

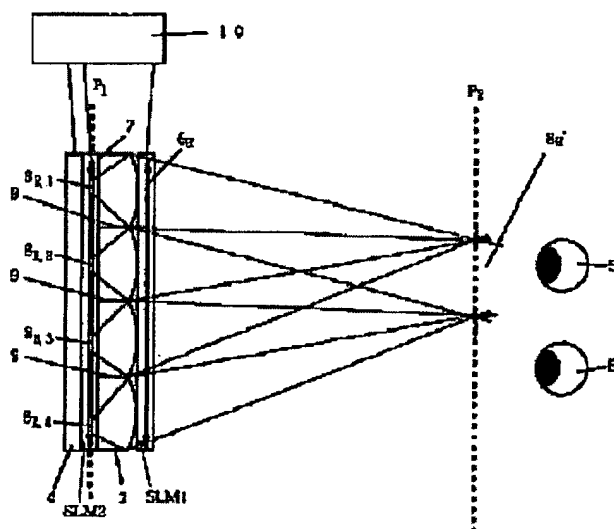
STEREOSCOPIC PICTURE REPRODUCING DEVICE

Patent number: JP8334730
Publication date: 1996-12-17
Inventor: SUDO TOSHIYUKI
Applicant: CANON INC
Classification:
 - international: G02B27/22; G02B13/08; G02F1/13; G03B35/00; G03B35/18; H04N13/04
 - european:
Application number: JP19950162933 19950605
Priority number(s):

Abstract of JP8334730

PURPOSE: To obtain a spectacles-less 3D display type stereoscopic picture reproducing device in which a crosstalk is not generated and which does not make a reverse stereoscopic viewing generate and is excellent in the separating of parallax pictures.

CONSTITUTION: An opening pattern 7 in which plural openings 8 are arranged in the horizontal direction is lightened by a lighting means 4 and the plural openings 8 are superposed at finite distance to be formed as a first exit pupil 8R' by a cylindrical lens array 2 constituted by arranging plural cylindrical lenses provided corresponding to plural openings 8 and also a parallax picture to be displayed on a space light modulator SLM provided in the vicinity of the cylindrical lens array 2 is lightened by luminous flux from the openings 8 and when the parallax picture is changed to another parallax picture, the positions of plural openings 8 are changed in synchronization with this and images of plural openings 8 are superposed at the position different from that of the first exit pupil 8R' to be formed as a second exit pupil. Then, the parallax picture is observed from the first and the second exit pupil positions by periodically repeating these operations.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-334730

(43)公開日 平成8年(1996)12月17日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 27/22			G 0 2 B 27/22	
13/08			13/08	
G 0 2 F 1/13	5 0 5		G 0 2 F 1/13	5 0 5
G 0 3 B 35/00			G 0 3 B 35/00	A
35/18			35/18	

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 23 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-162933

(22)出願日 平成7年(1995)6月5日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 須藤 敏行

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

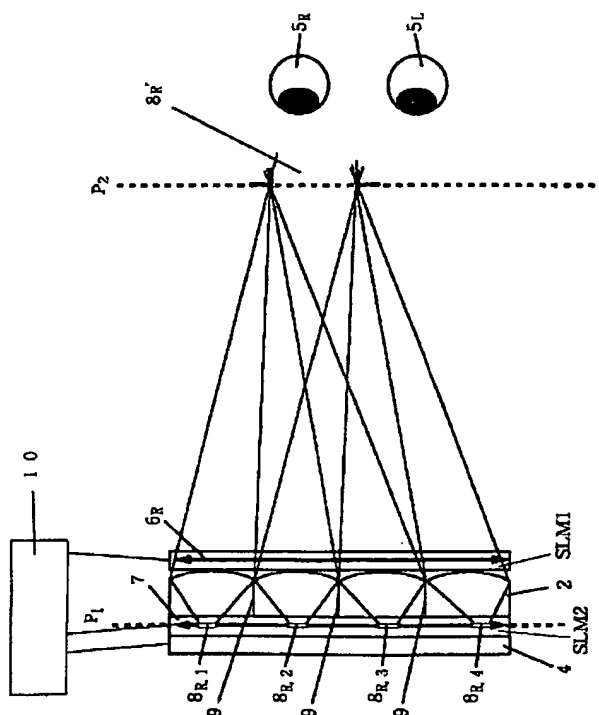
(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54)【発明の名称】 立体像再生装置

(57)【要約】

【目的】 クロストークが少なく逆立体視を発生させない、視差画像の分離の優れた、メガネなし3Dディスプレイ式の立体像再生装置を得ること。

【構成】 照明手段により複数の開口を水平方向に配列した開口パターンを照明し、該複数の開口に対応して設けた複数のシリンドリカルレンズを並べて成るシリンドリカルレンズアレイにより該複数の開口を有限距離に重畳して第1の射出瞳として形成すると共に、該開口からの光束により該シリンドリカルレンズアレイの近傍に設置する空間光変調器に表示する視差画像を照明し、該視差画像を別の視差画像に替えたときは、これに同期して該複数の開口の位置を変え、該複数の開口の像が該第1の射出瞳と異なる位置に重畳して第2の射出瞳として形成するようにしたことを周期的に繰り返して該視差画像を該第1、第2の射出瞳位置より観察している。



【特許請求の範囲】

1 【請求項1】 照明手段により複数の開口を水平方向に配列した開口パターンを照明し、該複数の開口に対応して設けた複数のシリンドリカルレンズを不透明の隔壁を介して並べて成るシリンドリカルレンズアレイにより該複数の開口を有限距離に重畳して第1の射出瞳として形成すると共に、該開口からの光束により該シリンドリカルレンズアレイの近傍に設置する表示用の空間光変調器に表示する視差画像を照明し、

該視差画像を別の視差画像に替えたときは、これに同期して該複数の開口の位置を変え、該複数の開口の像が該第1の射出瞳と異なる位置に重畳して第2の射出瞳として形成するようにしたことを周期的に繰り返して、観察者に該視差画像を該第1、第2の射出瞳位置より観察せしめることを特徴とする立体像再生装置。

【請求項2】 前記開口パターンは空間光変調器によって形成していることを特徴とする請求項1の立体像再生装置。

【請求項3】 前記視差画像を表示する表示面は前記シリンドリカルレンズアレイの光学的主平面に一致していることを特徴とする請求項1又は2の立体像再生装置。

【請求項4】 照明手段により複数の開口を水平方向に配列した開口パターンを照明し、該複数の開口に対応して設けた複数のシリンドリカルレンズを不透明の隔壁を介して並べて成るシリンドリカルレンズアレイと水平方向にのみ屈折力を有する1つのシリンドリカル凸レンズを有する投影光学系により該複数の開口を有限距離に重畳して第1の射出瞳として形成すると共に、該開口からの光束により該シリンドリカルレンズアレイの近傍に設置する表示用の空間光変調器に表示する視差画像を照明し、

該視差画像を別の視差画像に替えたときは、これに同期して該複数の開口の位置を変え、該複数の開口の像が該第1の射出瞳と異なる位置に重畳して第2の射出瞳として形成するようにしたことを周期的に繰り返して、観察者に該視差画像を該第1、第2の射出瞳位置より観察せしめることを特徴とする立体像再生装置。

【請求項5】 前記開口パターンは空間光変調器によって形成していることを特徴とする請求項4の立体像再生装置。

【請求項6】 前記投影光学系は前記開口パターン側より順に前記シリンドリカルレンズアレイ、前記シリンドリカル凸レンズの順に有しており、該開口パターンは該シリンドリカルレンズアレイの焦点面にあり、個々のシリンドリカルレンズに対応する開口は個々のシリンドリカルレンズに対して相対的に同じ位置に位置していることを特徴とする請求項4又は5の立体像再生装置。

【請求項7】 前記視差画像を表示する表示面は前記シリンドリカルレンズアレイ又は前記シリンドリカル凸レンズの光学的主平面に一致していることを特徴とする請

求項4、5又は6の立体像再生装置。

【請求項8】 照明手段により複数の開口を2次元的に配列した開口パターンを照明し、該複数の開口に対応して設けた複数の要素レンズを不透明の隔壁を介して並べて成る蠅の眼レンズアレイにより該複数の開口を有限距離に重畳して第1の射出瞳として形成すると共に、該開口からの光束により該蠅の眼レンズアレイの近傍に設置する表示用の空間光変調器に表示する視差画像を照明し、

該視差画像を別の視差画像に替えたときは、これに同期して該複数の開口の位置を変え、該複数の開口の像が該第1の射出瞳と異なる位置に重畳して第2の射出瞳として形成するようにしたことを周期的に繰り返して、観察者に該視差画像を該第1、第2の射出瞳位置より観察せしめることを特徴とする立体像再生装置。

【請求項9】 前記開口パターンは空間光変調器によって形成していることを特徴とする請求項8の立体像再生装置。

【請求項10】 前記開口の像は水平方向の幅が50mm以下であることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の立体像再生装置。

【請求項11】 前記複数の開口が周期的に位置を変え、再び元の位置に開口を形成するまでの時間が1/30秒以内であることを特徴とする請求項10の立体像再生装置。

【請求項12】 照明手段により開口の位置が可変の開口用の空間光変調手段に形成する開口を照明し、複数のシリンドリカルレンズを水平方向に並べて成るシリンドリカルレンズアレイにより該開口を有限距離に第1の射出瞳として結像すると共に、該シリンドリカルレンズアレイの近傍に該複数のシリンドリカルレンズに対応する複数の表示領域を有する表示用の空間光変調手段を設置し、該表示領域の1つに表示した第1の視差画像の一部を該開口からの光束で該表示領域に対応するシリンドリカルレンズを介して照明し、

該開口の位置を変えると共に第1の視差画像の一部を表示した表示領域に第2の視差画像の一部を表示し、該第2の視差画像の一部を該開口からの光束で該表示領域に対応するシリンドリカルレンズを介して照明し、該開口を該シリンドリカルレンズにより該第1の射出瞳と異なる位置に第2の射出瞳として結像して、観察者に該第1、第2の視差画像を該第1、第2の射出瞳位置で観察せしめることを該表示領域を順次変えて該複数の表示領域について行って該第1の視差画像と該第2の視差画像を表示していることを特徴とする立体像再生装置。

【請求項13】 照明手段により開口の位置が可変の開口用の空間光変調手段に形成する開口を照明し、複数の要素レンズを2次元的に並べて成る蠅の眼レンズアレイにより該開口を有限距離に第1の射出瞳として結像すると共に、

該蠅の眼レンズアレイの近傍に該複数の要素レンズに対応する複数の表示領域を有する表示用の空間光変調手段を設置し、該表示領域の1つに表示した第1の視差画像の一部を該開口からの光束で該表示領域に対応する要素レンズを介して照明し、

該開口の位置を変えると共に第1の視差画像の一部を表示した表示領域に第2の視差画像の一部を表示し、該第2の視差画像の一部を該開口からの光束で該表示領域に対応する要素レンズを介して照明し、該開口を該要素レンズにより該第1の射出瞳と異なる位置に第2の射出瞳として結像して、観察者に該第1、第2の視差画像を該第1、第2の射出瞳位置で観察せしめることを該表示領域を順次変えて該複数の表示領域について行って該第1の視差画像と該第2の視差画像を表示していることを特徴とする立体像再生装置。

【請求項14】 前記開口の像は水平方向の幅が50mm以下であることを特徴とする請求項12又は13の立体像再生装置。

【請求項15】 前記第1の視差画像と第2の視差画像すべてを表示する所要時間が1/30秒以内であることを特徴とする請求項14の立体像再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は立体像再生装置に関し、特に観察者が特殊なメガネを使用せずに良好な立体像を観察できる立体像再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、特殊なメガネを用いずに立体像を再生する所謂「メガネなし3Dディスプレイ」の方法として次のものが公知である。

【0003】 (1) レンチキュラレンズを用いる方法

図37は指向性の強い表示面を用いるレンチキュラ方式の説明図である。これは半円筒状のレンズを水平方向に多数配列したレンチキュラレンズアレイの焦点面に、左右眼に対応した画像を縦長の帯状に分割して交互に並べて配置し、観察者がレンチキュラレンズ板を通して画像を観察するとレンチキュラレンズ板の指向特性に応じて左眼と右眼に画像が分離されて立体視が得られる。

【0004】 (2) 大口径の凸レンズやシリンドリカルレンズを用いる方法

特開平5-252539号公報においては指向性の強い表示面としてレンチキュラレンズの代わりに大口径の凸レンズ或はシリンドリカルレンズを用い、複数の視差画像を複数の視点から観察できる立体像表示方法が開示されている。

【0005】 図38は、このうち凸レンズを用いた立体像表示方法の説明図である。図38(A)は複数の視差画像を入力する方法の説明図である。この入力方法においてはaからbまでの関心領域内に存在する立体物が小型の凸レンズ群 $m_1 \sim m_n$ によって撮像面上に結像してい

る。即ち、立体物は第1のレンズ m_1 によって撮像面上の a_1 から b_1 の領域に結像、第2のレンズ m_2 によって撮像面上の a_2 から b_2 の領域に結像、...というように立体物は第n(n は自然数)のレンズ m_n によって撮像面上の a_n から b_n の領域にそれぞれ独立に結像しており、それらを記録することにより複数の視差画像の入力を行うことが出来る。

【0006】 図38(B)は上記の方法で得た視差画像を用いて立体像を表示する方法を示している。上記のn枚の視差画像をCRT等の表示器上の同一平面上に並べて平面画像として表示し、同様に同一平面上に並べた小型凸レンズ群にて各々の視差画像を大型凸レンズの光学的実効位置に結像させる。

【0007】 さらに、この大型凸レンズの焦点距離はfであるが、大型凸レンズの光学的実効位置と小型凸レンズ群の光学的実効位置とは2f離れて設定しているため、大型凸レンズをはさんで小型凸レンズ群とは反対の方向に2f離れた位置に隣合って並ぶ小型凸レンズ群の瞳の像、すなわち射出瞳が形成される。

【0008】 よって、観察者はこの射出瞳群の近傍より大型凸レンズを観察すれば、眼の位置によって異なる視差画像を観察することが可能となり、両眼でこの観察を行えば立体視が得られる。

【0009】 (3) Travis等の方法

上記同様凸レンズを用いて光の指向性を利用した方法として、Travis等が米国特許5,132,839号明細書にて開示した方法が公知である。

【0010】 図39、40はこの方法の説明図である。図39は単レンズ1枚を用いて立体像再生装置を構成した例である。図中101は単レンズである。102は空間光変調器であり、2次元画像を表示する。104は2次元画像表示デバイス、103はこの表示デバイスのスクリーンである。105はスクリーン103上に形成されるスポット状の発散光源で、スクリーン103上の任意の位置に存在し得る。5は観察者の眼である。スクリーン103は単レンズ101の焦点位置に設置されているので、発散光源105より発散する光は単レンズ101を通過した後は、平行光束106となる。

【0011】 発散光源105の位置はスクリーン103上を高速で移動するので、その位置に応じて平行光束106の出射する方向もまた、高速で変化する。そして空間光変調器102上に表示される2次元画像は、上記平行光束106によって照明されるため、平行光束106の出射方向の時間的变化に応じて、2次元画像を観察できる位置は変化する。従って上記2次元画像が観察者の右眼でしか観察されない時もあれば、観察者の左眼でしか観察されない時もある。よって、空間光変調器102上の画像を右眼でしか観察されない時は空間光変調器102上に右眼用の視差画像を、左眼でしか観察されない時は空間光変調器102上に左眼用の視差画像をと切り

替えて表示すれば、観察者は立体像を認識することができる。

【0012】図40は図39の単レンズ101の代わりに、レンチキュラレンズアレイ108を用いて立体像再生装置を構成したものである。スクリーン103をレンチキュラレンズアレイ108の焦点位置に設置している点は、図39の構成と同様であるが、発散光源105がレンチキュラレンズアレイ108の各要素レンズに一対一に対応して複数存在している。それらはすべて各要素レンズの光軸に対して同じ位置関係に設けており、光束106がいずれも同一の方向の平行光束となって出射する関係を保ちながらスクリーン103上を高速で移動する。そのため、観察者側から見れば図39の単レンズを用いた構成と全く等価となり、空間光変調器102上の画像を右眼でしか観察されない時は空間光変調器102上に右眼用の視差画像を、左眼でしか観察されない時は空間光変調器102上に左眼用の視差画像をと切り替えて表示すれば、観察者は立体像を認識することができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の「メガネなし3Dディスプレイ」にはそれぞれ次のような問題点が存在する。

【0014】(1) レンチキュラレンズを用いる方法

この方法では視差画像を縦長の帯状に分割して配置するため、分割数の増加につれて一視点あたりの画像の解像度は低下する。

【0015】さらに、視差画像形成光の射出瞳はレンチキュラレンズ近傍となっているため、観察位置によっては左右の眼に対応した画像の分離がされずにクロストークや逆立体視が発生するケースがある。

【0016】同様の理由により、視点の移動と共にレンズと視差画像の対応関係がシフトするため画像の「とび」が生じやすい。

【0017】(2) 大口径の凸レンズやシリンドリカルレンズを用いる方法

この場合には観察位置と凸レンズの大きさの関係から、凸レンズの焦点距離は比較的長くなり、必然的に前記小型凸レンズ群と凸レンズとの距離も長くなってしまいうため、装置の奥行きが大きいものになってしまう。

【0018】(3) Travis 等の方法

空間光変調器102を照明して出射する光束106は平行光束であるため、空間光変調器102上の2次元画像の幅と同等の幅を持った光束となっている。このため、画像の幅が観察者の両眼間隔以上の場合、右眼と左眼の両方に同一画像からの光束が入射する状況が生じやすくなり、視差画像の分離が困難となり、立体視の効果が十分得られない。

【0019】また、図39、40からわかるように平行光束で照明された空間光変調器102上の画像の周辺部

は一般に観察しにくくなる。画像の周辺部まで明るく見えるようにするためには、画像表示面の近傍にフィールドレンズなどをおいて、観察者の眼の方向に光束106が収束するような構成としなくてはならないが、上記従来例ではそのような構成にはなされていない。

【0020】本発明は、視差画像のクロストークが少なく、逆立体視を発生させない、視差画像の分離の優れた、メガネなし3Dディスプレイが可能な、薄型の立体像再生装置の提供を目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の立体像再生装置は、

(1-1) 照明手段により複数の開口を水平方向に配列した開口パターンを照明し、該複数の開口に対応して設けた複数のシリンドリカルレンズを不透明の隔壁を介して並べて成るシリンドリカルレンズアレイにより該複数の開口を有限距離に重畳して第1の射出瞳として形成すると共に、該開口からの光束により該シリンドリカルレンズアレイの近傍に設置する表示用の空間光変調器に表示する視差画像を照明し、該視差画像を別の視差画像に替えたときは、これに同期して該複数の開口の位置を変え、該複数の開口の像が該第1の射出瞳と異なる位置に重畳して第2の射出瞳として形成するようにしたことを周期的に繰り返して、観察者に該視差画像を該第1、第2の射出瞳位置より観察せしめること等の特徴としている。

【0022】特に、

(1-1-1) 前記開口パターンは空間光変調器によって形成している。

(1-1-2) 前記視差画像を表示する表示面は前記シリンドリカルレンズアレイの光学的主平面に一致している。

こと等の特徴としている。

【0023】更に、本発明の立体像再生装置は、

(1-2) 照明手段により複数の開口を水平方向に配列した開口パターンを照明し、該複数の開口に対応して設けた複数のシリンドリカルレンズを不透明の隔壁を介して並べて成るシリンドリカルレンズアレイと水平方向にのみ屈折力を有する1つのシリンドリカル凸レンズを有する投影光学系により該複数の開口を有限距離に重畳して第1の射出瞳として形成すると共に、該開口からの光束により該シリンドリカルレンズアレイの近傍に設置する表示用の空間光変調器に表示する視差画像を照明し、該視差画像を別の視差画像に替えたときは、これに同期して該複数の開口の位置を変え、該複数の開口の像が該第1の射出瞳と異なる位置に重畳して第2の射出瞳として形成するようにしたことを周期的に繰り返して、観察者に該視差画像を該第1、第2の射出瞳位置より観察せしめること等の特徴としている。

【0024】特に、

(1-2-1) 前記開口パターンは空間光変調器によって形成している。

(1-2-2) 前記投影光学系は前記開口パターン側より順に前記シリンドリカルレンズアレイ、前記シリンドリカル凸レンズの順に有しており、該開口パターンは該シリンドリカルレンズアレイの焦点面にあり、個々のシリンドリカルレンズに対応する開口は個々のシリンドリカルレンズに対して相対的に同じ位置に位置している。

(1-2-3) 前記視差画像を表示する表示面は前記シリンドリカルレンズアレイ又は前記シリンドリカル凸レンズの光学的主平面に一致している。こと等の特徴としている。

【0025】更に、本発明の立体像再生装置は、

(1-3) 照明手段により複数の開口を2次的に配列した開口パターンを照明し、該複数の開口に対応して設けた複数の要素レンズを不透明の隔壁を介して並べて成る蠅の眼レンズアレイにより該複数の開口を有限距離に重畳して第1の射出瞳として形成すると共に、該開口からの光束により該蠅の眼レンズアレイの近傍に設置する表示用の空間光変調器に表示する視差画像を照明し、該視差画像を別の視差画像に替えたときは、これに同期して該複数の開口の位置を変え、該複数の開口の像が該第1の射出瞳と異なる位置に重畳して第2の射出瞳として形成するようにしたことを周期的に繰り返して、観察者に該視差画像を該第1、第2の射出瞳位置より観察せしめること等の特徴としている。

【0026】特に、

(1-3-1) 前記開口パターンは空間光変調器によって形成している。

(1-3-2) 前記開口の像は水平方向の幅が50mm以下である。

(1-3-3) 前記複数の開口が周期的に位置を変え、再び元の位置に開口を形成するまでの時間が1/30秒以内である。

こと等の特徴としている。

【0027】更に、本発明の立体像再生装置は、

(1-4) 照明手段により開口の位置が可変の開口用の空間光変調手段に形成する開口を照明し、複数のシリンドリカルレンズを水平方向に並べて成るシリンドリカルレンズアレイにより該開口を有限距離に第1の射出瞳として結像すると共に、該シリンドリカルレンズアレイの近傍に該複数のシリンドリカルレンズに対応する複数の表示領域を有する表示用の空間光変調手段を設置し、該表示領域の1つに表示した第1の視差画像の一部を該開口からの光束で該表示領域に対応するシリンドリカルレンズを介して照明し、該開口の位置を変えると共に第1の視差画像の一部を表示した表示領域に第2の視差画像の一部を表示し、該第2の視差画像の一部を該開口からの光束で該表示領域に対応するシリンドリカルレンズ

を介して照明し、該開口を該シリンドリカルレンズにより該第1の射出瞳と異なる位置に第2の射出瞳として結像して、観察者に該第1、第2の視差画像を該第1、第2の射出瞳位置で観察せしめることを該表示領域を順次変えて該複数の表示領域について行って該第1の視差画像と該第2の視差画像を表示している。

(1-5) 照明手段により開口の位置が可変の開口用の空間光変調手段に形成する開口を照明し、複数の要素レンズを2次的に並べて成る蠅の眼レンズアレイにより該開口を有限距離に第1の射出瞳として結像すると共に、該蠅の眼レンズアレイの近傍に該複数の要素レンズに対応する複数の表示領域を有する表示用の空間光変調手段を設置し、該表示領域の1つに表示した第1の視差画像の一部を該開口からの光束で該表示領域に対応する要素レンズを介して照明し、該開口の位置を変えると共に第1の視差画像の一部を表示した表示領域に第2の視差画像の一部を表示し、該第2の視差画像の一部を該開口からの光束で該表示領域に対応する要素レンズを介して照明し、該開口を該要素レンズにより該第1の射出瞳と異なる位置に第2の射出瞳として結像して、観察者に該第1、第2の視差画像を該第1、第2の射出瞳位置で観察せしめることを該表示領域を順次変えて該複数の表示領域について行って該第1の視差画像と該第2の視差画像を表示している。こと等の特徴としている。

【0028】特に、

(1-5-1) 前記開口の像は水平方向の幅が50mm以下である。

(1-5-2) 前記第1の視差画像と第2の視差画像すべてを表示する所要時間が1/30秒以内である。

こと等の特徴としている。

【0029】

【実施例】図1は本発明の実施例1の要部斜視図である。又、図3は本実施例の要部概略図であり、本実施例を鉛直上方から見た図である。

【0030】図中、SLM1は第1の空間光変調器（表示用の空間光変調器、以下空間光変調器をSLMと称する）である。本実施例ではSLMとして液晶ディスプレイ（以下LCDと称する）を使用している。2はシリンドリカルレンズアレイであり、円筒状のシリンドリカルレンズを全面に不透明の仕切り板（隔壁）9を介して水平方向に並べて配置している。SLM2は第2の空間光変調器（開口用の空間光変調器）であり、LCDで構成し、その表示面に開口パターンを形成する。4はSLM用バックライト（照明手段）である。

【0031】第1、第2の空間光変調器SLM1、SLM2は特にLCDである必要はないが、2次的な広い範囲の光変調作用を有し、かつ透過型であることが望ましい。本実施例ではSLM1、SLM2は共に透過型のLCDを使用している。

【0032】SLM1は一般的な画像表示用ドットマトリク

ス型LCD とカラーフィルターとを有しており、カラー動画の再生が可能である。SLM2は照明光の照明範囲を制御するのでカラー画像を再生するLCD である必要はない。本実施例では装置の簡略化のため、SLM2にはマトリクス構造の電極を持つLCD ではなく、図2に示す縦長のセグメント電極11を多数並列配置しているモノクロのLCD を用いている。本実施例ではSLM2として応答速度の速い強誘電性液晶 (FLC)を用いている。これは本実施例では多量の立体画像情報を処理 (表示) するために、SLM2の時間応答性の速さが要求されるからである。

【0033】5は観察者の両眼で、SLM1に対向する方向から本装置を観察する。10はドライブ装置であり、SLM1、SLM2に表示する画像の生成およびSLM、バックライトの駆動、電流の供給等を行う。

【0034】以上の構成により立体像を再生する作用を説明する。図3は立体像再生中のある瞬間の状態を示している。図中6_lはこの瞬間にSLM1上に表示されているステレオペアの内の右の視差画像 (表示画像)、7はSLM2上に表示する開口パターンである。開口パターン7は正面からみると図4に示すように光を透過する縦長の開口8_lとそれ以外の光遮断部とからなっている。

【0035】開口8_lの位置は時間的に変化するが、存在し得る位置についてはあらかじめ定められている。従って、前記のセグメント電極は開口8_lの形状、大きさ、形成する位置に応じて形成している。

【0036】バックライト4より発する光は、SLM2上の開口パターン7を照射し、開口パターン7の開口8_lを通過した光のみがシリンダリカルレンズアレイ2を介してSLM1上の表示画像6_rを照明する。そしてこのとき、シリンダリカルレンズアレイ2の光学的パワーにより照明光束は図3の紙面内で指向性を持った光束となる。本実施例の場合、各シリンダリカルレンズによって、開口パターン7が表示される面P₁は有限距離の観察位置付近の面P₂に結像するように構成しており、さらに図に示すように各開口8_lはすべて面P₂上の同じ位置に同じ大きさで重畳する像8_l'を結像するように構成している。つまり8_l'はこのときの各シリンダリカルレンズの射出瞳 (第1の射出瞳) となっている。

【0037】開口8_lを通過した光束はすべて射出瞳8_l'を通過するが、開口8_lを通過した光束はすべてSLM1を照明しているので、射出瞳8_l'を通してSLM1を観察すると表示画像 (右画像) 6_rの全領域を観察することができる。ただし、射出瞳8_l'の水平方向の大きさは観察者の両眼間隔より小さく、例えば50mmに設定しているので、この瞬間には図に示すように観察者の右眼5_rでしか表示画像6_rは観察できない。

【0038】なお、本実施例では隣合うシリンダリカルレンズの境界には仕切板9を設けているので、各シリンダリカルレンズと開口8_lはそれぞれ一対一に対応しており、この瞬間に射出瞳8_l'が複数存在することはな

い。

【0039】図5は図3の状態から時間tだけ経過した後の実施例1の要部概略図である。このとき、SLM1上に表示する表示画像はステレオペアの内の左の視差画像に変え、表示画像6_lとして表示している。そして同時に開口パターン7中の開口8_lはそれぞれ開口8_l'の位置に変わり、各開口8_l'はすべて面P₂上で射出瞳8_l'と異なる位置に同じ大きさで重畳する像8_l'を結像する。つまり像8_l'はこのときの各シリンダリカルレンズの射出瞳 (第2の射出瞳) となっている。このとき観察者の左眼5_lは射出瞳8_l'の範囲に位置し、観察者は左眼5_lでしか表示画像6_lを観察することができない。なお、開口8_lは開口8_l'に隣接する位置に形成している。

【0040】そして、本実施例では図3の状態と図5の状態を人間の眼の残像許容時間t_r (約1/30秒) 以下の周期で高速に切り替えている。これによって観察者は射出瞳8_l' ←→ 8_l'の移動を認識することができない。このため、観察者はあたかも両眼間隔以上の幅を持つ大きな射出瞳 (8_l' + 8_l')を通して表示画像6_rと6_l (ステレオペア)を観察しているように感じ、立体像を認識することができる。

【0041】ここで、上記のようにシリンダリカルレンズアレイ2中のすべてのシリンダリカルレンズから出射する光束が1つの射出瞳を通るように構成する条件について説明する。この条件は各シリンダリカルレンズとそれに対応する開口8_lの相対的位置関係で決まる。

【0042】図6は各シリンダリカルレンズの光軸に対する各開口8_lの相対的位置がすべて同じ場合に、射出瞳8_l'が形成される位置を示している (ただし、シリンダリカルレンズアレイ2と開口8_lおよび射出瞳8_l'の関係を明らかにするため、装置を構成する部品のうち関係のないものは省略してある)。

【0043】図中の各開口8₁ ~ 8₄はそれぞれ別々の射出瞳8₁' ~ 8₄'となって結像する。このとき、シリンダリカルレンズアレイ2中のあるシリンダリカルレンズとそのとなりのシリンダリカルレンズとの光軸間距離 (レンズピッチ) をΔ' とすると、それぞれの射出瞳の中心間距離もまたΔ' となる。もしも、開口8₁の像である射出瞳8₁'を開口8₂の像である射出瞳8₂'に一致させたい場合は、射出瞳8₁'をΔ' だけ図中下方へ移動させなければならない。このシリンダリカルレンズアレイ2による開口8₁ → 射出瞳8₁'の結像倍率をβとすると、射出瞳8₁'を射出瞳8₂'に一致させる為には開口8₁を図7に示すように、元の位置8₁よりΔ = Δ' / βだけ図中上方へ移動して8₁に開口を形成すればよい。このような修正をすべての開口について行えば、すべてのシリンダリカルレンズから出射する光束が1つの射出瞳を通るように構成することができる。

【0044】さらに、射出瞳を第1の射出瞳から第2の

射出瞳に移動する場合は、すべての開口8_iについて上記の手順で修正を行えば、やはりすべてのシリンドリカルレンズからの出射光束を1つの射出瞳即ち第2の射出瞳に通すよう構成できる。

【0045】なお、実施例1においては表示画像6を表示する表示面はシリンドリカルレンズアレイ2の主平面に略一致することが望ましい。2つの面が大きく離れると、シリンドリカルレンズアレイ2の光学的パワーにより表示画像6が各シリンドリカルレンズに対応する領域毎に独立に拡大または縮小されてしまい、本来1枚の画像であるべき表示画像6がバラバラに分割された表示になってしまうので、上記2つの面を略一致させ、シリンドリカルレンズアレイ2の光学的パワーの影響を受けないようにする。

【0046】次に、上記ステレオペアを得る方法を図8を用いて説明する。図8は立体物Xを2台のカメラC_R、C_Lで撮像する様子を表している。図中には再生時の表示画像6と射出瞳8_R'、8_L'の位置関係を重畳して示している。0_R、0_Lはそれぞれ表示画像6の中心0_Cと射出瞳8_R'、8_L'の中心を通る軸である。カメラC_R、C_Lの入射瞳中心C_{PR}、C_{PL}は常にそれぞれ軸0_R、0_L上にあり、かつ立体物の中心0_Cから等距離となっている。

【0047】本来ならば、観察時の射出瞳8_R'と8_L'の位置に合わせて2台のカメラを図8(B)の状態に設定するのが最も自然であるが、図8(A)、(C)の状態のように若干前後しても上記の条件を満たしていれば問題はない。ただし、射出瞳8_R'、8_L'の位置に両眼をおいて立体物Xを観察するとき、同じ条件で表示画像6を見たときの画像の倍率(見た目の大きさ)に著しい差異が生じると、両眼視差量が不自然になり見にくい立体像となる恐れがあるため、カメラの焦点距離を適切に選択して立体像が自然に見えるようにする。

【0048】なお、上記ステレオペアは必ずしもカメラにて撮像する実画像である必要はない。コンピュータを用いて、任意の3次元物体をあたかも上記の配置の2台のカメラにて撮像したような画像を生成することによりステレオペアを得て、本実施例で再生することもできる。

【0049】実施例1の効果を説明する。本実施例は従来のレンチキュラ方式と異なって左右の視差画像を観察する光束の射出瞳が観察者近傍に分かれてあるため、それぞれの光束が効率よく分離され、クロストーク、逆立体視、画像の「とび」が発生しにくくなる。また、視差画像表示時に従来のレンチキュラレンズを用いる方法のような画像の面積分割表示を行わないため、一視点あたりの画像の解像度低下がない。

【0050】また、Travis等の方法と違い、画像形成光(照明光)が観察者の眼の方向に収束する構成となっているため、左右画像の分離が確実になされ、かつ周辺部まで明るい画像を観察することができる。

【0051】さらに、本実施例は大凸レンズ方式と異なってシリンドリカルレンズの焦点距離を短くできるので、装置の薄型化が達成できる。この効果はレンズアレイを構成するシリンドリカルレンズの個数に比例する。図9を用いてその理由を説明する。

【0052】図9(A)に示す構成は所謂大凸レンズ方式に相当するもので、シリンドリカルレンズアレイの代わりに1個の凸レンズLを置いている。この場合、凸レンズLの径はSLM1の大きさと同程度になり、必然的に焦点距離も長くなるため表示装置の奥行きが必要となる。

【0053】しかし、図9(B)に示すように2個のレンズアレイL2を用いるとレンズ1個あたりの焦点距離が短くなるため、同じ条件の射出瞳を結像するのに装置の奥行きは約半分で済む。さらに、図9(C)に示すように4個のレンズアレイL4を用いると、同様に装置の奥行きは図9(B)の場合の約半分、図9(A)の場合の約4分の1で済むことになる。

【0054】このように、レンズアレイがn個のレンズで構成されているとすると、装置の奥行きはレンズアレイの代わりに大凸レンズ1枚を用いた場合に比べて約n分の1とすることができる。

【0055】図10~15は実施例1の派生例の要部概略図である。本派生例は実施例1の射出瞳の形成範囲8_R'と8_L'の夫々の範囲に幅の狭い射出瞳を3個形成し、より多くの視差画像を入力することにより、より多視点からの視差画像観察が出来るようにしたものである。

【0056】これらの図は本派生例の時間的経過に応じてその要部を図示している。図10はその第1の状態を示している。第1の状態においては表示画像として第1の視差画像6₁を表示し、この時、第1の射出瞳8₁'を図中の位置に形成する。これは例えば、実施例1の射出瞳8_R'を水平方向に3等分した最も外側の領域にあたる(以下、ここでは前記射出瞳8'を3等分した場合について説明を行うが、これに限られるものではない。)

【0057】図11は第2の状態を示している。第2の状態においては表示画像として第2の視差画像6₂を表示し、この時、第2の射出瞳8₂'を図中の位置に形成する。これは実施例1の射出瞳8_R'を水平方向に3等分した真ん中の領域にあたる。

【0058】図12は第3の状態を示している。第3の状態においては表示画像として第3の視差画像6₃を表示し、この時、第3の射出瞳8₃'を図中の位置に形成する。これは実施例1の射出瞳8_R'を水平方向に3等分した最も左寄りの領域にあたる。図13は第4の状態を示している。第4の状態においては表示画像として第4の視差画像6₄を表示し、この時、第4の射出瞳8₄'を図中の位置に形成する。これは実施例1の射出瞳8_L'を水平方向に3等分した最も右寄りの領域にあたる。

【0059】図14は第5の状態を示している。第5の状態においては表示画像として第5の視差画像6₅を表

示し、この時、第5の射出瞳8₅'を図中の位置に形成する。これは実施例1の射出瞳8₁'を水平方向に3等分した真ん中の領域にあたる。

【0060】図15は第6の状態を示している。第6の状態においては表示画像として第6の視差画像6₆'を表示し、この時、第6の射出瞳8₆'を図中の位置に形成する。これは実施例1の射出瞳8₁'を水平方向に3等分した最も外側の領域にあたる。

【0061】光学的な結像関係より各状態でのSLM2上の開口パターン中の各開口8_{i+1}'の大きさもまた、実施例1の時の1/3となっている。そして、開口8_{i+1}'は開口8_i'に隣接する位置に形成している。

【0062】第1の状態～第6の状態は人間の眼の残像許容時間t_r(約1/30秒)以下の周期で高速に切り替わっており、観察者は射出瞳8_i'の移動を認識することができない。このため、観察者はあたかも両眼間隔以上の幅を持つ大きな瞳を通して表示画像6を観察しているように感じる。

【0063】本実施例においては、以上のように各射出瞳8₁'～8₆'の位置に対応した視差画像6₁～6₆'を用意し、各状態にあわせてSLM1上の表示画像を順次高速に切り替えて表示している。これにより観察者は射出瞳8₁'～8₆'の夫々において視差のある別々の画像を両眼で観察することになるので、立体像を認識することができる。

【0064】図16はそれらの視差画像6₁～6₆'を得る方法の説明図である。図8の場合と同様に立体物Xを複数のカメラで撮像するが、カメラの台数はC₁～C₆'の6台に増えている。図中に再生時の表示画像6_i'及び射出瞳8_i'の位置関係を重畳して示してある。0₁～0₆'はそれぞれ表示画像6_i'の中心0_c'と射出瞳8_i'の中心を通る軸である。カメラC₁～C₆'の入射瞳中心C_{p1}～C_{p6}'は、常にそれぞれ軸0₁～0₆'上にあり、かつ立体物Xの中心0_c'から等距離となっている。観察時の立体像の自然さを損なわないカメラ配置・焦点距離等についてはカメラが2台の場合に準ずる。各カメラC₁～C₆'で撮像した6つの視差画像がそれぞれ表示画像6₁～6₆'となる。この様に視差画像6枚を使用して6通りの射出瞳位置に対応する画像を表示する本実施例では、視差画像2枚を使用して2通りの射出瞳位置に対応する立体像を再生する実施例1よりも、実在感の高い立体像再生が可能となる。

【0065】例えば、射出瞳が8₁'と8₂'の2通りの位置にしか存在しない場合は、観察者の右眼が8₁'の水平方向の範囲内で水平方向に移動しても、観察される表示画像6は変化しなかった。しかし、本派生例のように射出瞳の存在位置が6通りもある構成の場合は、射出瞳8₁'～8₃'の範囲内で眼が水平方向に移動する間に、3枚の視差画像が順番に切り替わって観察される。射出瞳8₄'～8₆'の範囲内でも、同様に3枚の視差画像が順番に切り替わる。本来、立体物を観察しながら視点を移動す

る場合は、その移動量に応じた画像の変化(単眼視差)が連続的に生じるはずであるから、前者よりも本実施例の方がより実際の立体物観察に近い状況を生み出せることになる。

【0066】このように射出瞳の存在位置(射出瞳総数)がより多い方が実際の立体物観察に近い状況を生み出せるが、SLM1にて単位時間あたりに表示すべき画像枚数が増加し、SLM2のセグメント電極数も増加することから、SLMの性能やコストに応じて現実的な射出瞳総数を選択する。

【0067】ただし、SLM1、SLM2共に、空間光変調領域を分割して並列駆動すれば分割数に応じた空間光変調の高速化が図れる場合がある。例えば、STN型液晶やFLC等はマトリクス型の表示素子として使用する場合、表示する画素数(走査線数)と1画面の画像表示速度がほぼ比例する。よって図17に示すように1つの画面全部をx方向の画素データとy方向の画素データを制御する1組のドライバx₀、y₀で駆動する時に1画面あたりs秒かかったとすると、図18に示すように画面を2つの領域D₁とD₂に分割し、領域D₁をドライバx₁とy₁で、領域D₂をドライバx₂とy₂で並列駆動すると、1画面あたりの画像表示速度がs/2秒で済む。

【0068】本派生例においても、シリンドリカルレンズアレイ2の個々のレンズで区切られる領域毎にSLM1やSLM2を並列駆動する構成にしているため、画像表示や開口の移動をより高速に行い、射出瞳総数の多い、つまり、より実際の立体物観察に近い状況を生み出すことが可能となっている。

【0069】なお、開口8_i、射出瞳8_i'、シリンドリカルレンズアレイ2のレンズピッチは全て一定である必要は無い。一個の射出瞳8_i'に対し、対応する開口8_i、シリンドリカルレンズアレイ2は複数存在し、それぞれの相対的位置は異なっている。さらに射出瞳8_i'は時間的に変化していくから、それに追従する必要がある。よって、射出瞳8_i'の存在すべき場所に依じて、対応する開口8_i、シリンドリカルレンズアレイ2のレンズピッチを変えることで、複数の開口8_iの像である射出瞳8_i'を同一の位置に結像しやすく設定することができる。例えば、図19に示すようにシリンドリカルレンズアレイ2の個々のシリンドリカルレンズの幅を不等間隔としたり、図20に示すように射出瞳8_i'をその存在する位置毎に幅を変えて設定して上記の目的を達成することもできる。

【0070】図21は実施例1の派生例の要部概略図である。本派生例は実施例1のシリンドリカルレンズアレイ2とSLM1の位置関係を入れ換えたものである。本派生例は実施例1の仕切板9をSLM1の背面側に残したままシリンドリカルレンズアレイ2をSLM1の前面に配置する構成であるが、出射光束の指向性は実施例1と同様であるので、観察者からみればこの構成でも実施例1と全く等

価な装置となる。

【0071】ただこのとき、シリンドリカルレンズアレイ2の主平面と表示画像6とが大きく離れると、シリンドリカルレンズアレイ2の光学的パワーにより表示画像6が各分割領域毎に独立に拡大または縮小されてしまい、本来1枚の画像であるべき表示画像6がバラバラに分割された表示となってしまうので、これを防ぐために表示画像6を表示する表示面の位置をシリンドリカルレンズアレイ2の主平面とほぼ一致させ、シリンドリカルレンズアレイ2の光学的パワーの影響を受けないような構成とすることが望ましい。

【0072】図22は実施例1の派生例の要部概略図である。本派生例は観察者の観察位置に応じて、シリンドリカルレンズアレイ2とSLM2との間隔を変化させて、射出瞳8'を形成する面P₂の位置を変化する実施例1の派生例である。

【0073】具体的には図に示すように実施例1をSLM2とシリンドリカルレンズアレイ2との境界で分割し、どちらかの側に1軸方向の移動が可能なステージ12を取付け、観察者の位置に応じて、シリンドリカルレンズアレイ2とSLM2の間隔を変化する。このとき、観察者の観察位置は自動検出カメラシステム（観察距離検出手段）13によって自動的に検出し、その位置に追従して適宜ステージの駆動を行って、射出瞳の形成される平面P₂を移動する。これによって常に観察者の位置する所に射出瞳が形成されるので最良に分離された視差像を観察することができる。以上のように、実施例1及びその派生例は視差画像である表示画像6の切り替えと同期して射出瞳8'の形成位置を変化させることで立体像の観察を可能にしている。

【0074】なお、本装置を場合に応じて従来のディスプレイのごとく2次元画像の表示装置として使用することにはまったく問題はない。その場合はSLM2上で形成する開口8_iの大きさを最大限にし、（つまりSLM2を「全透過」の状態にして）SLM1上には従来通りの2次元画像を表示すれば、本実施例にて2次元画像の表示も行える。なおこのとき、立体像再生時に比してバックライト照明の利用効率が大幅に増加するため、観察者がその差異を感じないようにバックライトを減光したり、SLM2の透過率を調整したりして、「明るさ合わせ」を行っても良い。

【0075】また、前述したようにSLM2は図2に示すような縦長のセグメント電極を持つ構成としたが、マトリクス構造の電極構成のSLM2にすれば、図23に示すように一つの画面の任意の領域を2次元画像再生領域（2D領域）と3次元画像再生領域（3D領域）とに分割することができる（縦長のセグメント電極構成のSLM2でも2次元画像と3次元画像を混在させて表示することは可能であるが、各領域を縦に分割することはできない。）。

【0076】図24は本発明の実施例2の要部概略図で

ある。実施例1ではシリンドリカルレンズアレイ2中のすべてのシリンドリカルレンズからの出射光束が1つの射出瞳を通過するよう各開口8_iの位置を調整する必要があった。本実施例はこの各開口の存在すべき位置条件を単純化する構成を有している。本実施例は実施例1のSLM1とシリンドリカルレンズアレイ2の間にシリンドリカル凸レンズを設置した構成となっている。

【0077】図中、14は水平方向のみが焦点距離fの屈折力を持つシリンドリカル凸レンズであり、SLM1とシリンドリカルレンズアレイ2との間に設置してSLM1の全領域をカバーしている。なお、焦点距離fはシリンドリカル凸レンズ14から射出瞳形成面P₂までの距離である。本実施例は更に、SLM2の表示面、即ち開口パターン7をシリンドリカルレンズアレイ2の焦点位置に設置している点为本実施例の特徴である。その他の構成は実施例1と同じである。なお、シリンドリカルレンズアレイ2とシリンドリカル凸レンズ14は投影光学系の一要素を構成している。

【0078】図25を用いて本実施例の投影光学系と開口8_i、射出瞳8'の関係を説明する。なお、この図では光学系に関係のない部品を省略している。図25において、各開口8_iは各々に対応するシリンドリカルレンズの光軸上の焦点に位置している。よって、各開口の中心からの光束はもしもシリンドリカル凸レンズ14がなければ、図中実線で示すようにすべてのレンズからの出射光は同じ方向への平行光となって出射する。

【0079】本実施例の投影光学系は、上記の状態にシリンドリカル凸レンズ14を挿入するのと等価であるから、実際には図中点線で示すようにシリンドリカル凸レンズ14の焦点距離fだけ離れた位置に射出瞳8'が形成されることになる。

【0080】この結像関係は、各開口8_iが各々に対応するレンズの光軸上に位置している場合に限らない。図26に示すように各開口8_iが各々に対応するレンズの光軸との相対的位置関係を同じに保ったまま移動した場合、もしもシリンドリカル凸レンズ14がなければ、図中実線で示すようにすべてのレンズからの出射光は斜め方向への平行光となって出射するが、実際にはシリンドリカル凸レンズ14の作用により図中点線で示すように、シリンドリカル凸レンズ14の焦点距離fだけ離れ、かつ図25の場合よりも紙面下寄りの位置に射出瞳8'が形成されることになる。

【0081】このように本実施例は投影光学系の近傍にSLM1を設け、開口パターンをシリンドリカルレンズアレイ2の焦点面に設けることにより、各開口8_iの間隔を等しくしたままその位置を全体的にシフトするだけで、共通の射出瞳8'の形成およびその移動を達成することができる。

【0082】なお、本実施例ではシリンドリカル凸レンズ14の主平面と表示画像6とが離れすぎると、レンズ

の光学的パワーにより表示画像6が拡大または縮小され不自然な画像となってしまうので、これを防ぐために表示画像6の位置をシリンドリカル凸レンズ14の主平面とほぼ一致させ、シリンドリカル凸レンズ14の光学的パワーの影響を受けないような構成としておく。

【0083】図27は実施例2の派生例の要部概略図である。シリンドリカル凸レンズ14は実施例2の位置に配置するのが望ましいが、SLM1とレンズアレイ2との間に挿入するのが困難な場合は図28に示すようにSLM1の前面側に配置する、即ちSLM1を投影光学系の中に配置してもよい。なお、本派生例でも実施例2と同様な理由からシリンドリカル凸レンズ14の主平面と表示画像6の位置をほぼ一致させ、シリンドリカル凸レンズ14の光学的パワーの影響を受けないような構成としておく。

【0084】又、開口8_{i,j}、表示画像6に対する光学的作用さえ図25や図27の場合と等しい状態に保てれば、投影光学系の各構成要素及びSLM1を図28に示すように観察者側からシリンドリカルレンズアレイ2、SLM1、シリンドリカル凸レンズ14、の順で配置したり、図29に示すように観察者側からSLM1、シリンドリカルレンズアレイ2、シリンドリカル凸レンズ14、の順で配置して構成してもよい。

【0085】また、図30に示すようにシリンドリカルレンズアレイ2とシリンドリカル凸レンズ14を、同等の結像作用を有する1枚の変形シリンドリカルレンズアレイ15で置き換えることも出来、このようにすれば本実施例の効果を損ねずに構成をより単純にできる。

【0086】図31は本発明の実施例3の要部概略図である。実施例1、2の場合、水平方向の視差のみで立体像再生を行っていたが、本実施例では上下方向の視差情報をも含む立体像再生装置の実施例である。本実施例では実施例1、2のうちのシリンドリカルレンズアレイ2を蠅の眼レンズアレイ22に置き換え、SLM2（開口用の空間光変調器）をマトリクス構造の電極構成にしたものである。その他の部分の構成は同じである。

【0087】蠅の眼レンズアレイとは、図32に示すように複数（ $m \times n$ ）の軸対称型の要素レンズ（フレネルレンズ、非球面レンズ、偏心レンズ含む）を不透明の仕切り板（隔壁）を介して1つの平面上に隙間無く並べて配置したものである。シリンドリカルレンズアレイを蠅の眼レンズアレイ22に置き換える目的は、実施例1、2では射出瞳8_{i,j}が水平方向にのみ分かれて形成されていたのを、上下方向にも分かれて形成する為である。

【0088】つまり、開口パターン7を表示する面P₁を観察位置付近の面P₂に結像する点では実施例1、2と同様であるが、蠅の眼レンズアレイ22のパワーが上下方向にもあるため各開口8_{i,j}が上に移動すれば射出瞳8_{p,q}は下に、各開口8_{i,j}が下に移動すれば射出瞳8_{p,q}は上に移動する。そして開口8_{i,j}及び射出瞳8_{p,q}の形状も縦長ではなく縦横の長さが同程度の長方形と

している。

【0089】従って開口8_{i,j}は蠅の眼レンズアレイ22を構成する要素レンズの数だけ、即ち $m \times n$ 個存在する。ただし、SLM1に表示する表示画像6を介して面P₂上に結像する各開口8_{i,j}の像はすべて同じ位置に同じ大きさの8_{p,q}に重畳して結像するよう各開口8_{i,j}の位置・大きさを設定しているのは実施例1、2と同様である。

【0090】さらに本実施例においては、図31に示す射出瞳8_{1,1}～8_{3,3}は、人間の眼の残像許容時間t_r（約1/30秒）以下のうちに上下左右に移動し、2次元的な一定領域8'をスキャンする。このため、観察者はあたかも上下左右に広い射出瞳8'を通して表示画像6を観察しているように認識する。

【0091】上記の構成によれば、実施例1、2に示したように水平方向に視差のある視差画像を用いた立体像再生だけでなく、上下方向に視差のある視差画像を用いた立体像再生が可能となる。本実施例は図31に示すように、射出瞳を形成する位置は8_{1,1}～8_{3,3}の9通りであり、これらが全体で射出瞳8'を構成する。この場合、表示画像としてはあらかじめ6_{1,1}～6_{3,3}の9枚の視差画像を用意し、各状態にあわせてSLM1上に順次高速に切り替えて表示する。これにより観察者の両眼は射出瞳8'中で左右上下に動いても視差のある別々の表示画像を観察することになるので、より立体感の自然な立体像を認識することができる。

【0092】図33はそれらの表示画像6_{1,1}～6_{3,3}を得る方法の説明図である。この場合図8、16同様、立体物Xを複数のカメラで撮像するが、カメラは2次元的に9台配置する。図中に再生時の表示画像6及び射出瞳8_{p,q}の位置関係を重畳して示してある。0_{1,1}～0_{3,3}はそれぞれ表示画像6の中心0_cと射出瞳8_{1,1}～8_{3,3}の中心を通る軸である。カメラC_{1,1}～C_{3,3}の入射瞳中心C_{r,1,1}～C_{r,3,3}は、常にそれぞれ軸0_{1,1}～0_{3,3}上にあり、かつ立体物Xの中心0_cから等距離となっている。各カメラC_{1,1}～C_{3,3}で撮像した視差画像がそれぞれ表示画像6_{1,1}～6_{3,3}となり、再生時にはSLM1上に表示する表示画像6_{p,q}を変えるのと同期して開口パターン7上の開口8_{p,q}の位置をすべて同時に変えて、これにより射出瞳8_{p,q}の位置を変える。

【0093】この様に2次元的な射出瞳移動に対応して視差画像表示を行うと、観察者の両眼が上下方向に移動したときの運動視差表現が可能で、観察者が顔を傾けた際の観察にも対応できるので、より実際の立体物を見ている状態に近い立体像再生が行える。

【0094】図34は本発明の実施例4の要部概略図である。本実施例は実施例1、2の観察可能域を更に拡大する実施例である。本実施例が実施例1、2と異なる点はシリンドリカルレンズアレイに仕切り板がないことと、SLM1（表示用の空間光変調器）の表示面がシリンド

リカルレンズアレイ2を構成する個々のシリンドリカルレンズに対応する複数の表示領域16_iに分かれ、表示領域16_i毎に画像の表示を制御できる点である。従ってシリンドリカルレンズの数をm個とすれば表示領域もm個存在する。

【0095】本実施例のシリンドリカルレンズアレイ2は仕切板がないので、これによって、1つの開口8_iを通った光束がその開口の正面のシリンドリカルレンズを通して射出瞳を形成するだけでなく、隣のシリンドリカルレンズにも入射して別の位置に射出瞳を形成する。こうした系はレンチキュラレンズの光学系などに類似しているため、1つの開口8_iの正面のレンズを通った光束が観察される領域を主ローブ、正面のレンズ以外のレンズを通った光束が観察される領域を副ローブと呼ぶこととする。

【0096】図35は主ローブ、副ローブの説明図である。シリンドリカルレンズアレイ2の各レンズ間に仕切がある場合、図中Aの範囲内にある開口8の集合は、その正面のシリンドリカルレンズ2_Aによって射出瞳8'中の領域A'に結像する。このときの領域A'がAの範囲内に在る開口8の集合の主ローブ領域である。主ローブ領域はごく狭い領域A'の範囲に限られる。

【0097】これに対し、本実施例の如くシリンドリカルレンズアレイ2の各シリンドリカルレンズ間に仕切が無い場合は、図中BやCの範囲内にある開口8の集合が隣のシリンドリカルレンズ2_Aによって射出瞳群(B'、C')として結像する。これらの射出瞳群(B'、C')が副ローブ領域の射出瞳群である。これら副ローブ領域と主ローブ領域を合わせると、射出瞳の存在範囲は極めて広がる。

【0098】本実施例では2つのSLMの駆動方法を工夫し、上記副ローブを有効に利用して観察可能領域の拡大を行う。図36はその具体的方法の説明図である。これについて説明する。本実施例のSLM駆動方法はステップA～Cの3つのステップからなる。

【0099】図36(A)は「ステップA」の状態を示している。ステップAではSLM2(開口用の空間光変調器)のAの範囲に開口8_{A,1}が形成され、SLM1のシリンドリカルレンズ2_Aに対応する表示領域16_Aのみに表示画像6_{A,1}(第1の視差画像)の一部分を表示している。SLM1およびSLM2のそれ以外の部分はすべて光を「不透過」の状態となっている。そしてシリンドリカルレンズ2_Aは開口8_{A,1}を有限距離に射出瞳8_{A,1}'(第1の射出瞳)として結像する。観察者の右眼がここにあれば、右眼は表示画像6_{A,1}の一部分を視認する。

【0100】次いで開口はSLM2の8_{A,2}に位置を変え、同時にSLM1の表示領域16_Aのみに表示画像6_{A,2}(第2の視差画像)の一部分を表示する。SLM1およびSLM2のそれ以外の部分はすべて光を「不透過」の状態となっている。そしてシリンドリカルレンズ2_Aは開口8_{A,2}を

有限距離に射出瞳8_{A,2}'(第2の射出瞳)として結像する。観察者の左眼がここにあれば、左眼は表示画像6_{A,2}の一部分を視認する。

【0101】以上の開口の位置変更と表示画像の切り替えとをAの範囲の中で繰り返して行き、A'の範囲の射出瞳形成を終わる。

【0102】図36(B)は「ステップB」の状態を示している。ステップBではまずSLM2のBの範囲に開口8_{B,1}が形成され、SLM1のシリンドリカルレンズ2_Aに対応する表示領域16_Aのみに表示画像6_{B,1}の一部分を表示している。SLM1およびSLM2のそれ以外の部分はすべて光を「不透過」の状態となっている。そしてシリンドリカルレンズ2_Aは開口8_{B,1}を有限距離に射出瞳8_{B,1}'として結像する。

【0103】次いで開口はSLM2の8_{B,2}に位置を変え、同時にSLM1の表示領域16_Aのみに表示画像6_{B,2}の一部分を表示する。SLM1およびSLM2のそれ以外の部分はすべて光を「不透過」の状態となっている。そしてシリンドリカルレンズ2_Aは開口8_{B,2}を有限距離に射出瞳8_{B,2}'として結像する。

【0104】以上の開口の位置変更と表示画像の切り替えとをBの範囲の中で繰り返して行き、B'の範囲の射出瞳形成を終わる。

【0105】図36(C)は「ステップC」の状態を示している。ステップCではまずSLM2のCの範囲に開口8_{C,1}が形成され、SLM1のシリンドリカルレンズ2_Aに対応する表示領域16_Aのみに表示画像6_{C,1}の一部分を表示している。SLM1およびSLM2のそれ以外の部分はすべて光を「不透過」の状態となっている。そしてシリンドリカルレンズ2_Aは開口8_{C,1}を有限距離に射出瞳8_{C,1}'として結像する。

【0106】次いで開口はSLM2の8_{C,2}に位置を変え、同時にSLM1の表示領域16_Aのみに表示画像6_{C,2}の一部分を表示する。SLM1およびSLM2のそれ以外の部分はすべて光を「不透過」の状態となっている。そしてシリンドリカルレンズ2_Aは開口8_{C,2}を有限距離に射出瞳8_{C,2}'として結像する。

【0107】以上の開口の位置変更と表示画像の切り替えとをCの範囲の中で繰り返して行き、C'の範囲の射出瞳形成を終わる。

【0108】次いで、以上の3ステップを次のシリンドリカルレンズ2_Bに対応する表示領域16_Bのみに表示画像の一部を表示しながら実行する。これをm個の表示領域の夫々について実行して、各射出瞳に対応する視差画像1枚分がすべて表示される。

【0109】上記のステップA～Cはきわめて短時間のうちに実行する。上記の3つのステップはSLM1の総数m個の表示領域中のある1つの表示領域16_iの駆動法である。SLM1のすべての表示領域について上記ステップA～Cを繰り返して、射出瞳の数だけある表示画像6全体

の再生が達成できる。

【0110】本実施例は副ロープを利用しているので、他の実施例のように主ロープのみを使った再生方法に比べて水平方向にはるかに広い領域から、表示画像 6 の全体像が観察できる。尚、この SLM1 のすべての表示領域についてのステップ A～C の駆動は人間の眼の残像許容時間（約 1/30 秒）以内にすべて行われ、繰り返される。これによりフリッカーのない立体像の再生が可能となる。

【0111】尚、副ロープ再生のステップは上記のように 3 段階に限らない。上記の例では SLM1 の 1 つの表示領域 16_i に対し、対応する開口 8_i の存在範囲を 3 つの表示領域にまたがって存在させていたので 3 段階のステップとなったが、SLM1 の 1 つの表示領域に対し、対応する開口 8_i の存在範囲を k 個（k は自然数）の表示領域にまたがって存在させれば上記のステップは k 段階となり、観察可能領域をさらに拡大することができる。

【0112】又、こうした副ロープを利用した観察可能領域拡大は実施例 3 でも応用できる。この場合も蠅の眼レンズ 22 を構成するレンズを仕切っている仕切り板を排除し、SLM1 の表面を各要素レンズに対応する複数の表示領域に分割し、実施例 4 と同様の駆動を行えば、2 次元的な上下左右の表示領域すべてについて副ロープを利用した観察可能領域拡大を達成することができる。

【0113】

【発明の効果】本発明は以上の構成により、視差画像のクロストークが少なく逆立体視を発生させない、視差画像の分離の優れた、メガネなし 3D ディスプレイが可能な、薄型の立体像再生装置を達成する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例 1 の要部斜視図

【図 2】 実施例 1 の SLM2 のセグメント電極の図

【図 3】 実施例 1 による立体像再生のある瞬間の説明図

【図 4】 開口パターン 7 の例

【図 5】 実施例 1 による立体像再生のある瞬間の説明図（図 3 より時間 t だけ経過）

【図 6】 射出瞳を重ねる為の開口の移動の説明図 1
シリンドリカルレンズの光軸に対する開口の相対的位置が同じ場合に形成される射出瞳の説明図

【図 7】 射出瞳を重ねる為の開口の移動の説明図 2

【図 8】 実施例 1 のステレオペアを得る方法の説明図

【図 9】 実施例 1 においてシリンドリカルレンズアレイの個数と表示装置の厚さとの関係の説明図

【図 10】 実施例 1 の派生例の要部概略図（第 1 の状態）

【図 11】 実施例 1 の派生例の要部概略図（第 2 の状態）

【図 12】 実施例 1 の派生例の要部概略図（第 3 の状態）

【図 13】 実施例 1 の派生例の要部概略図（第 4 の状

態）

【図 14】 実施例 1 の派生例の要部概略図（第 5 の状態）

【図 15】 実施例 1 の派生例の要部概略図（第 6 の状態）

【図 16】 実施例 1 の派生例に表示する視差画像を得る方法の説明図

【図 17】 1 つの画面を 1 組のドライバでマトリックス駆動する液晶素子

【図 18】 1 つの画面を 2 組のドライバでマトリックス駆動する液晶素子

【図 19】 シリンドリカルレンズアレイの個々のレンズの幅が不等間隔の例

【図 20】 射出瞳 8_i' の幅が等しくない例

【図 21】 実施例 1 の派生例の要部概略図
シリンドリカルレンズアレイを SLM1 の前側に配置した例

【図 22】 実施例 1 の派生例の要部概略図
観察者の位置に応じてシリンドリカルレンズアレイと SLM2 の間隔を変化する例

【図 23】 1 つの画面を 3 次元画像再生領域と 2 次元画像再生領域に分割する場合の電極構成例

【図 24】 本発明の実施例 2 の要部概略図

【図 25】 実施例 2 の作用説明図

【図 26】 実施例 2 の作用説明図

【図 27】 実施例 2 の派生例の要部概略図

【図 28】 実施例 2 の派生例の要部概略図

【図 29】 実施例 2 の派生例の要部概略図

【図 30】 実施例 2 の派生例の要部概略図

【図 31】 本発明の実施例 3 の要部概略図

【図 32】 蠅の眼レンズアレイの斜視図

【図 33】 実施例 3 で使用する視差画像を得る方法の説明図

【図 34】 本発明の実施例 4 の要部概略図

【図 35】 主ロープ、副ロープの説明図

【図 36】 実施例 4 の SLM 駆動の説明図

【図 37】 レンティキュラ方式による立体像表示方法

【図 38】 大型凸レンズを用いる立体像表示方法

【図 39】 単レンズを用いる立体像再生装置

【図 40】 レンティキュラレンズアレイを用いる立体像再生装置

【符号の説明】

SLM1 第 1 の空間光変調器（表示用の空間光変調器）

SLM2 第 2 の空間光変調器（開口用の空間光変調器）

2 シリンドリカルレンズアレイ

4 バックライト

5_R 観察者の右眼

5_L 観察者の左眼

6 表示画像

7 SLM2 に表示する開口パターン

8 開口

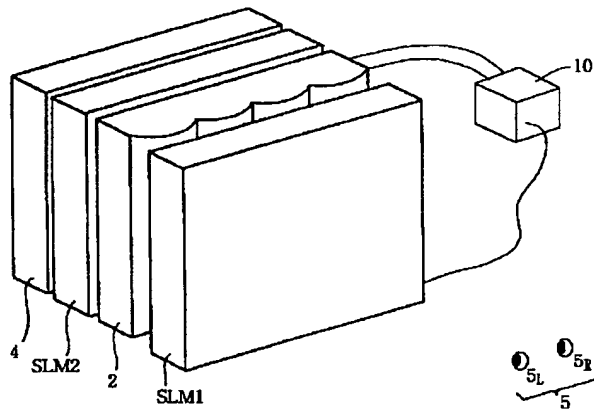
23

24

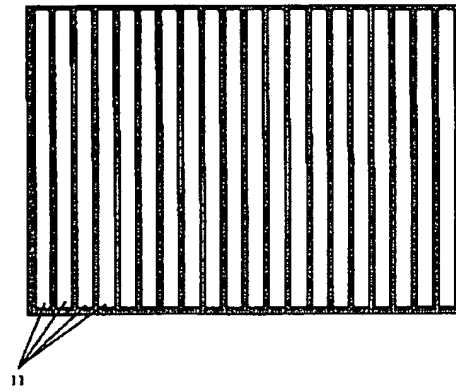
- 8' 射出瞳
- 9 仕切り板
- 10 ドライブ手段
- 11 セグメント電極
- 12 ステージ

- 13 自動検出カメラシステム
- 14 シリンドリカル凸レンズ
- 15 変形シリンドリカルレンズアレイ
- 16 表示領域
- 22 蠅の眼レンズアレイ

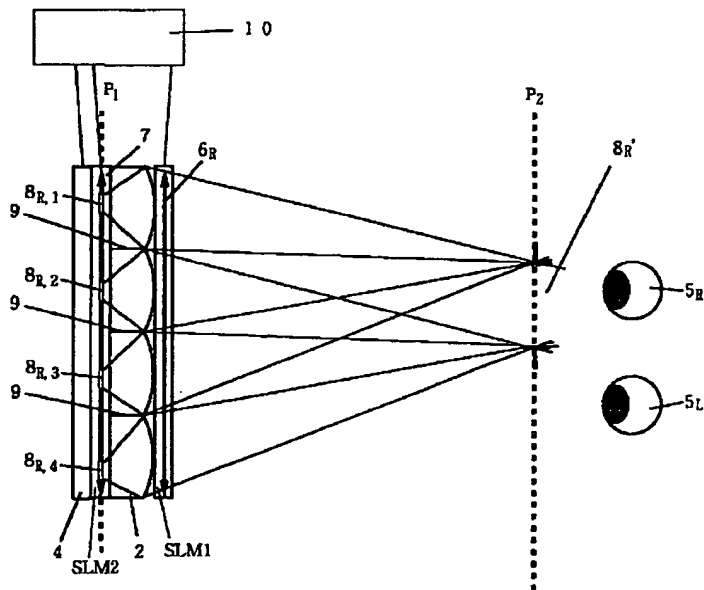
【図1】



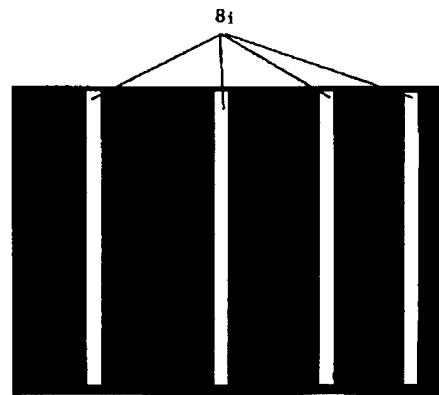
【図2】



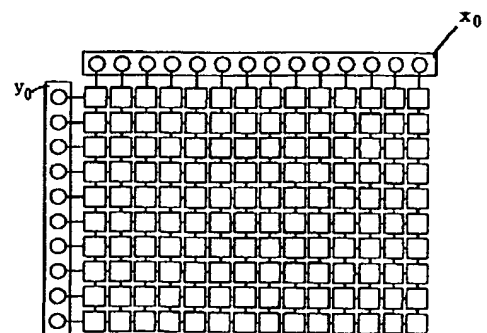
【図3】



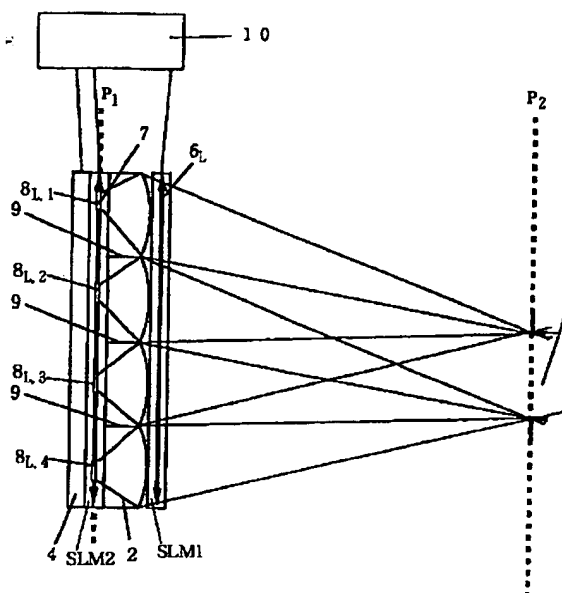
【図4】



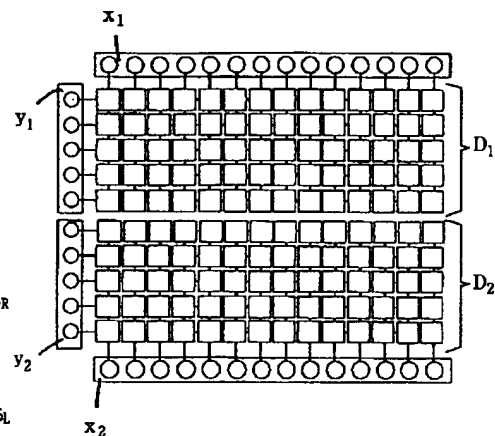
【図17】



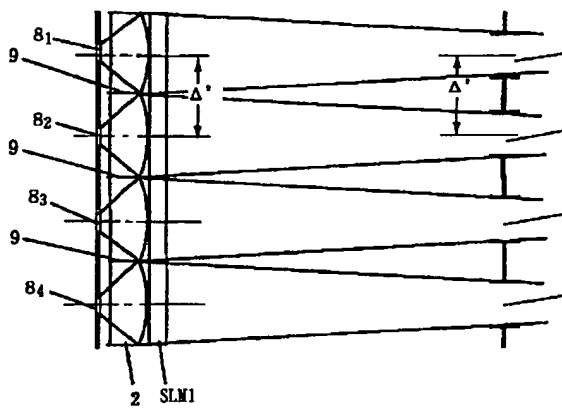
【図5】



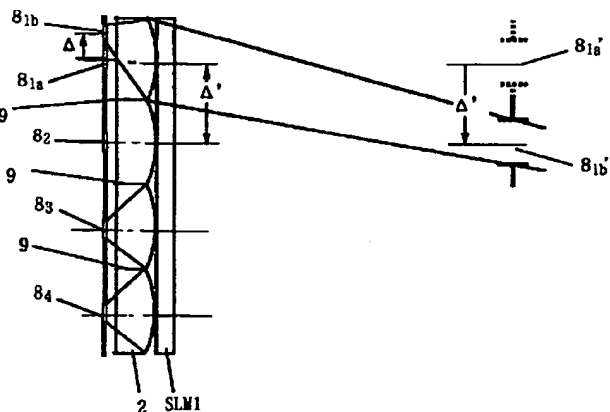
【図18】



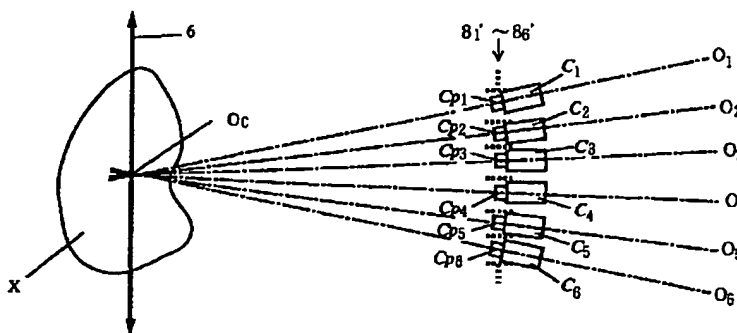
【図6】



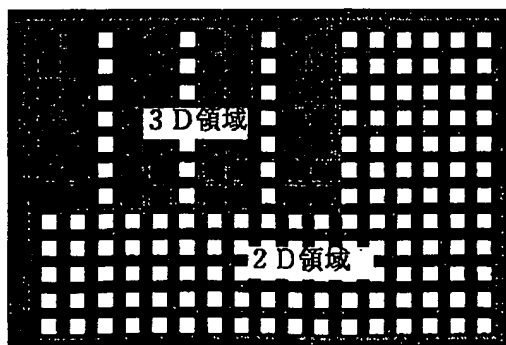
【図7】



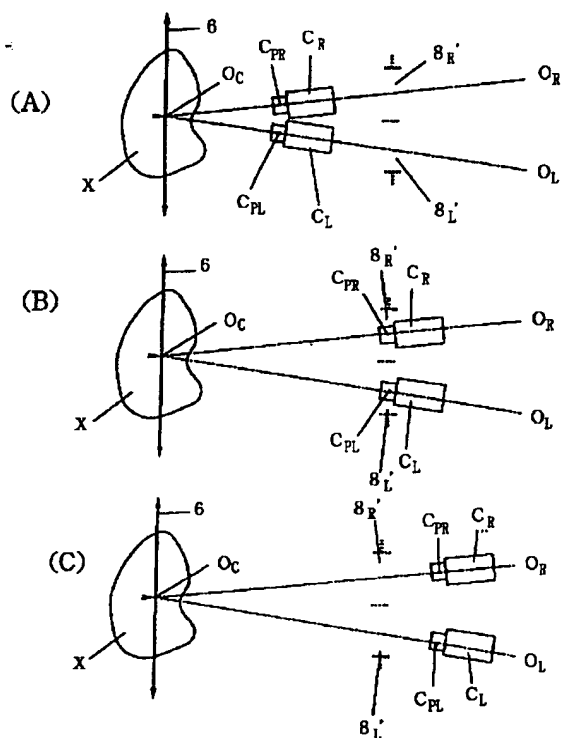
【図16】



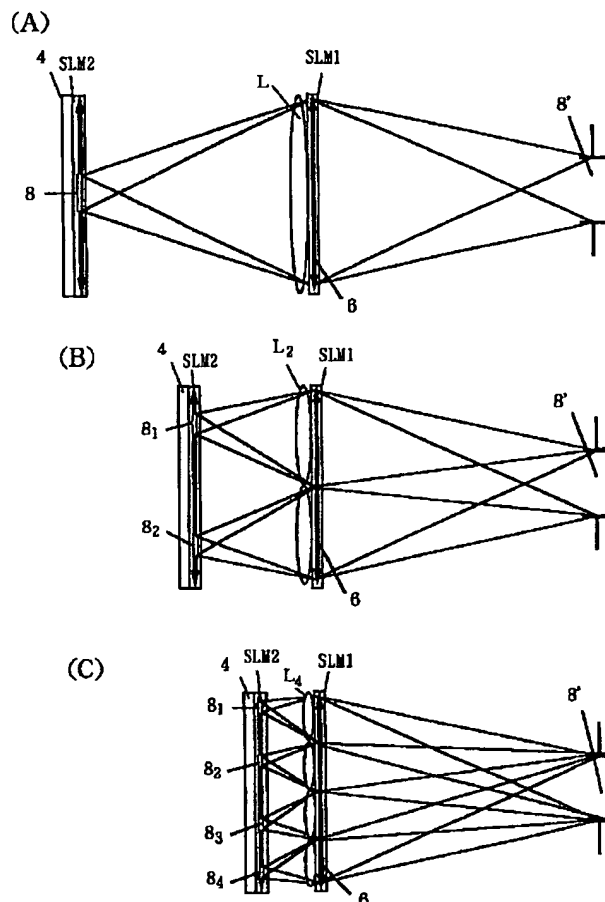
【図23】



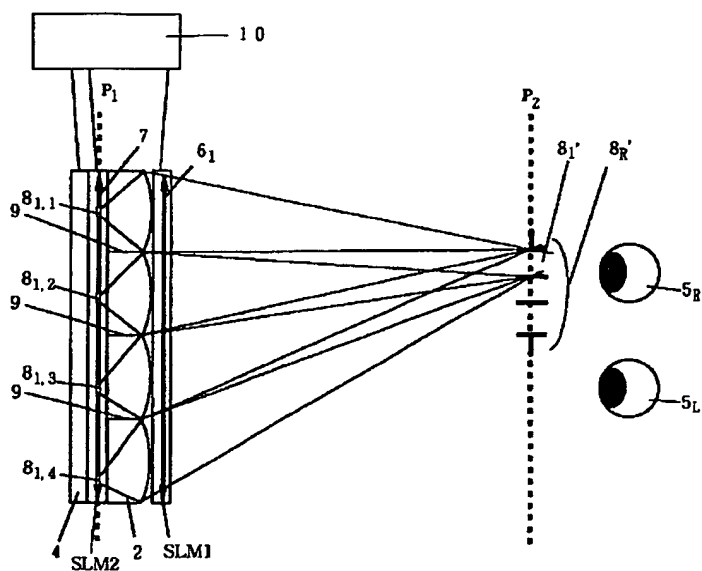
【図 8】



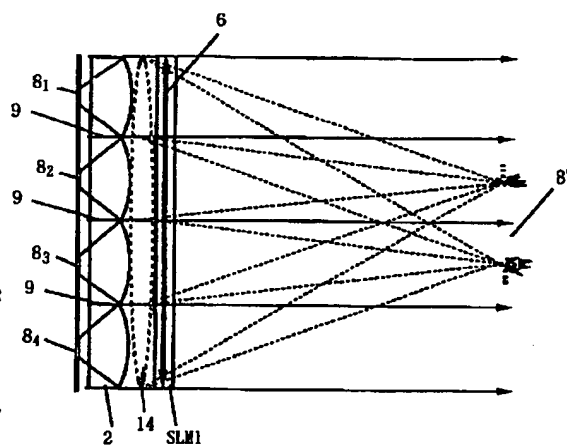
【図 9】



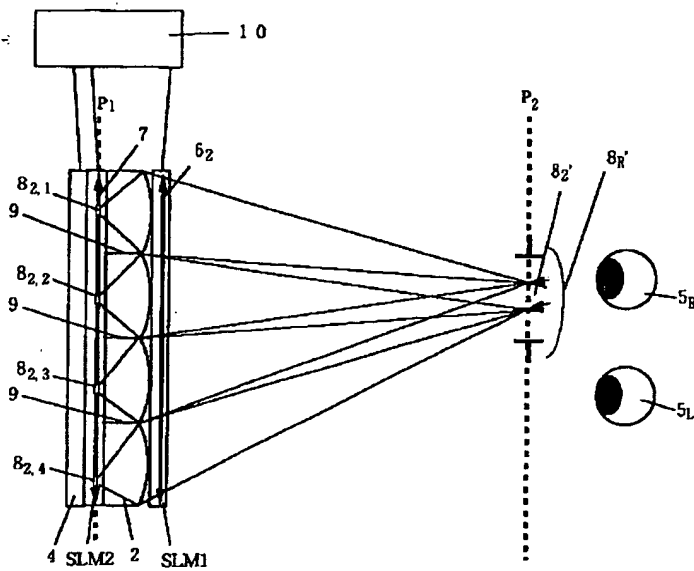
【図 10】



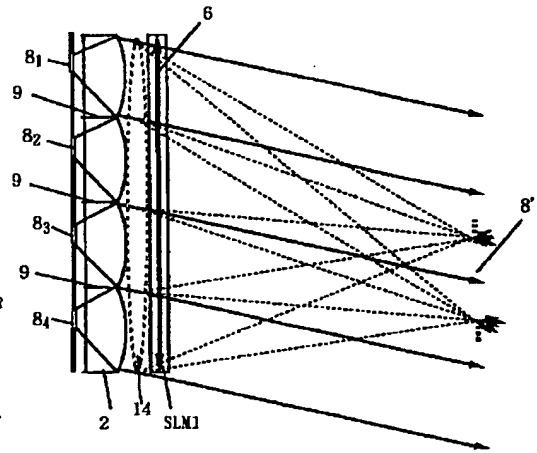
【図 25】



【図11】

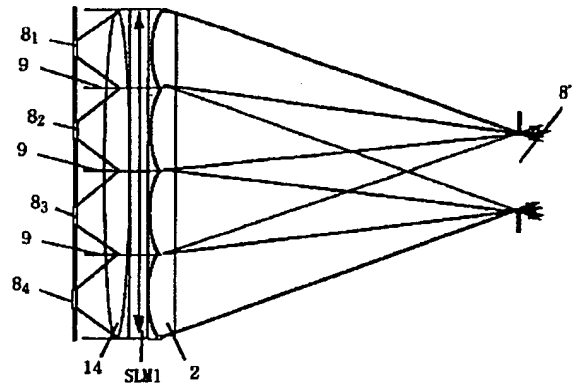
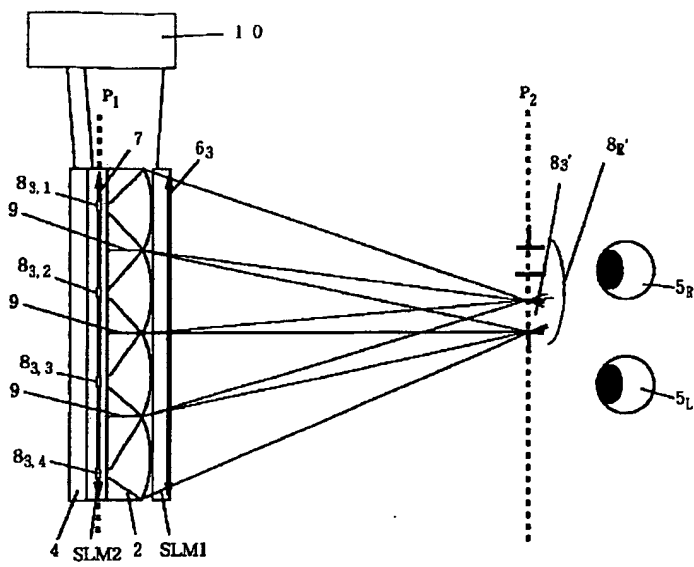


【図26】



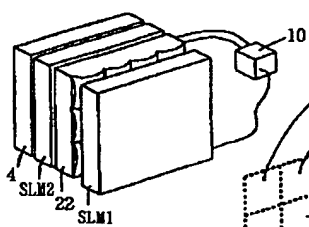
【図28】

【図12】

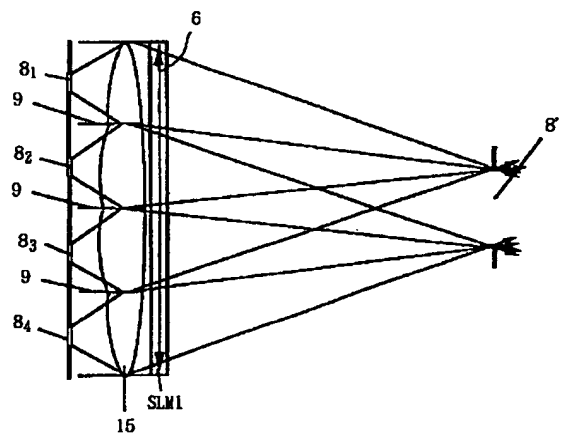
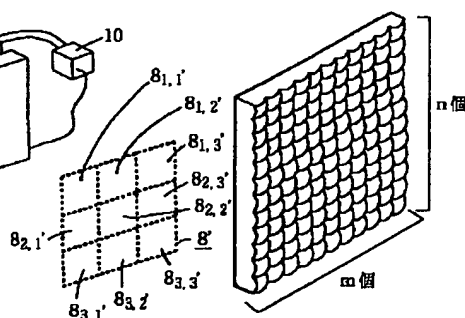


【図30】

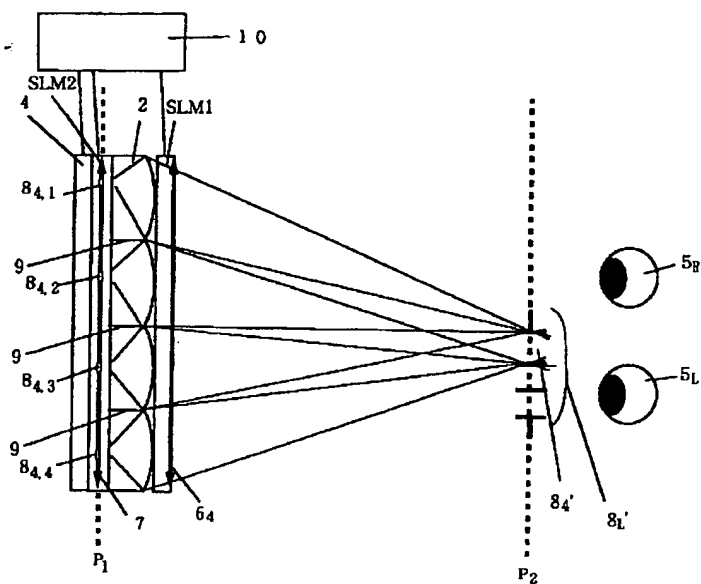
【図31】



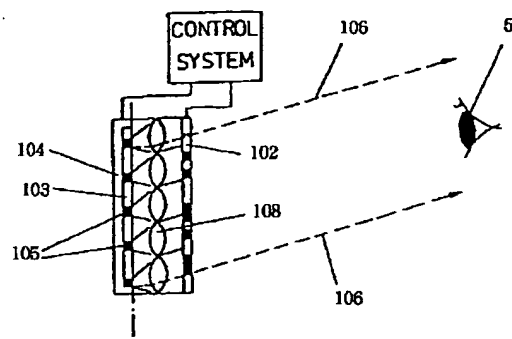
【図32】



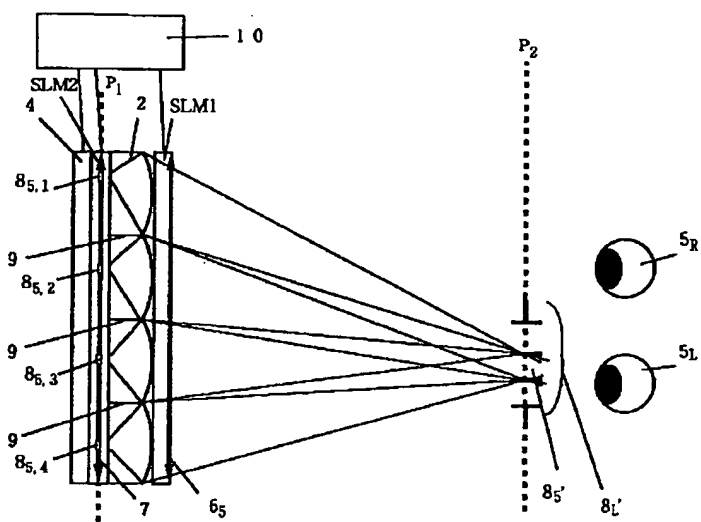
【図 13】



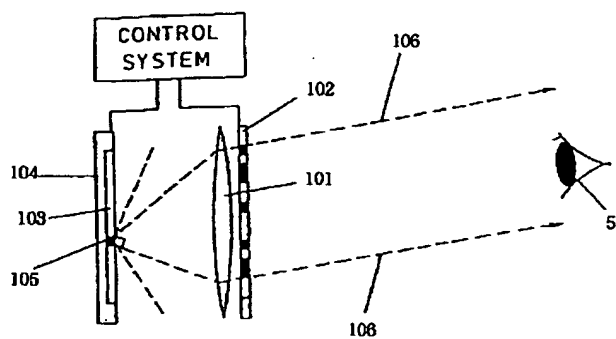
【図 40】



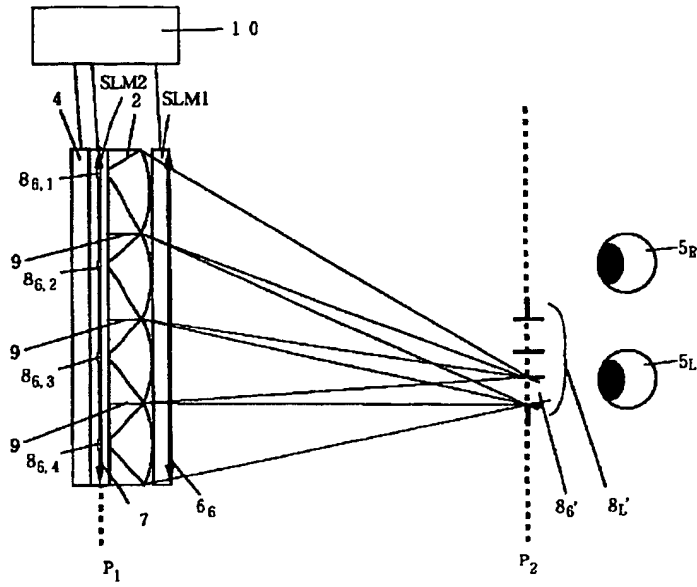
【図 14】



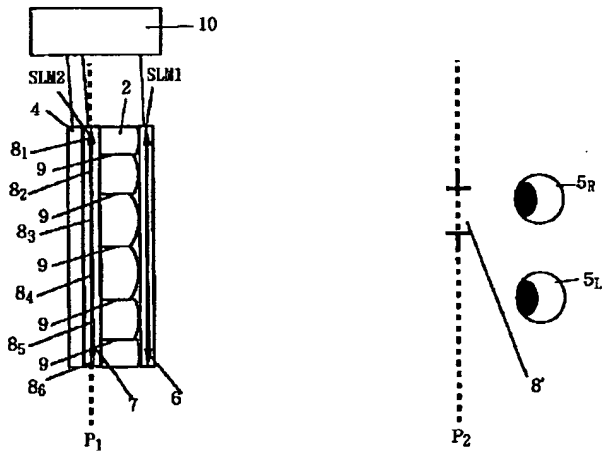
【図 39】



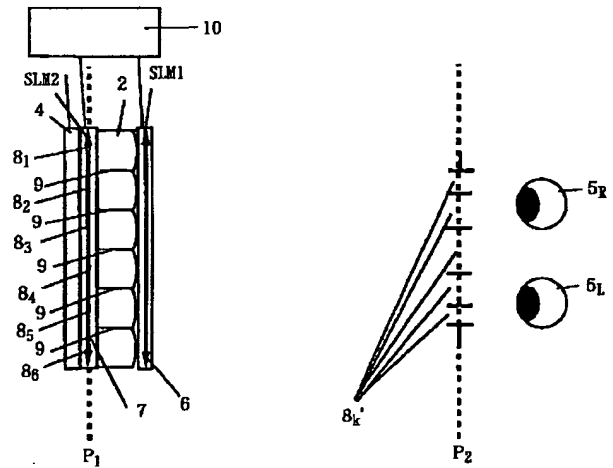
【図15】



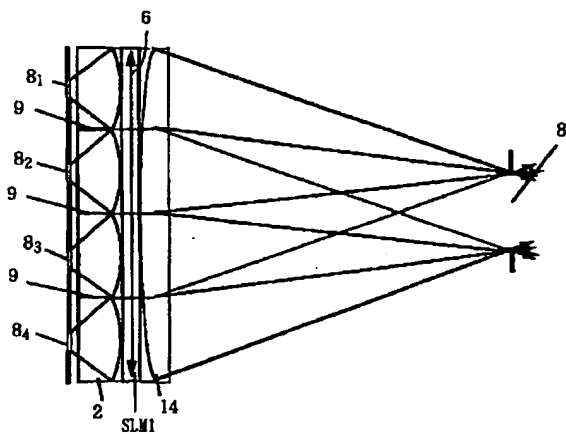
【図19】



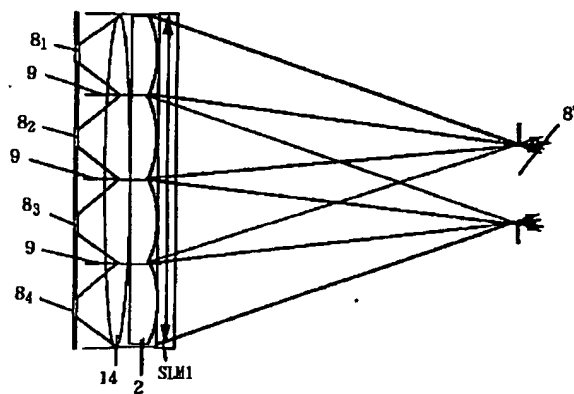
【図20】



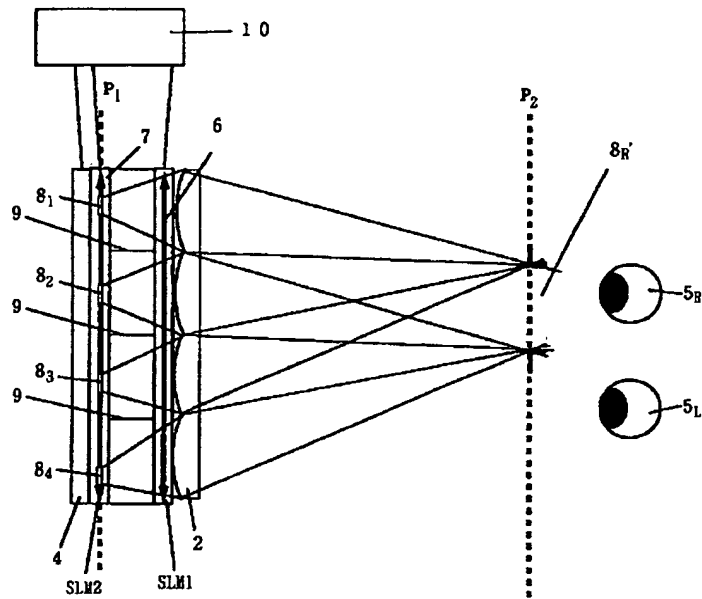
【図27】



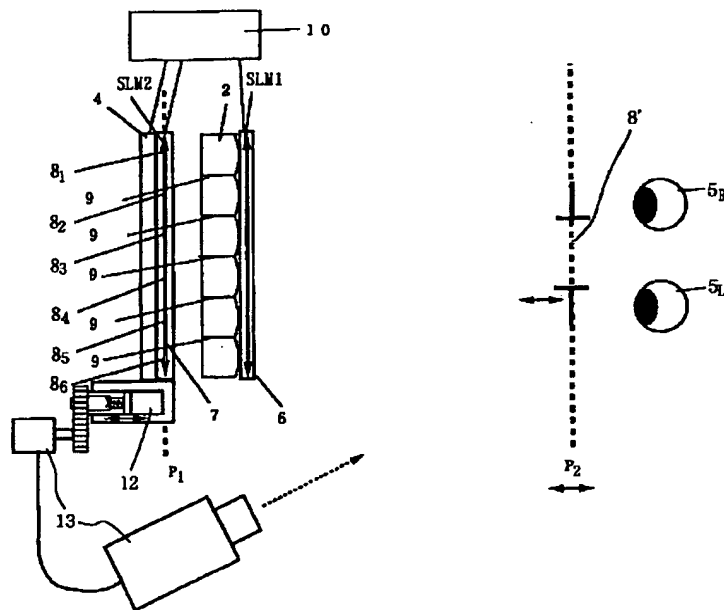
【図29】



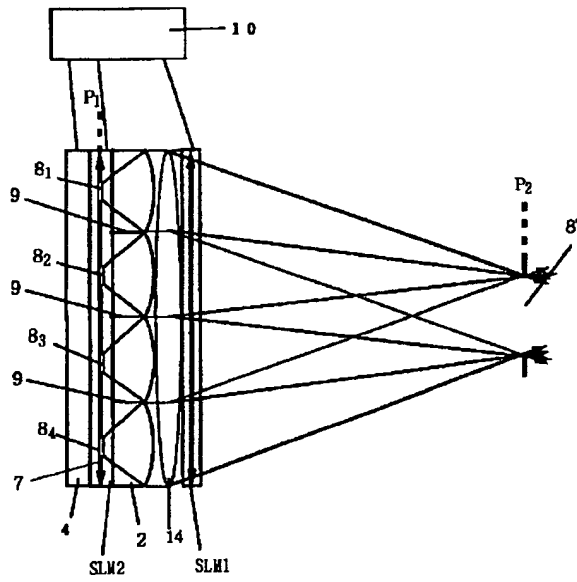
【図 21】



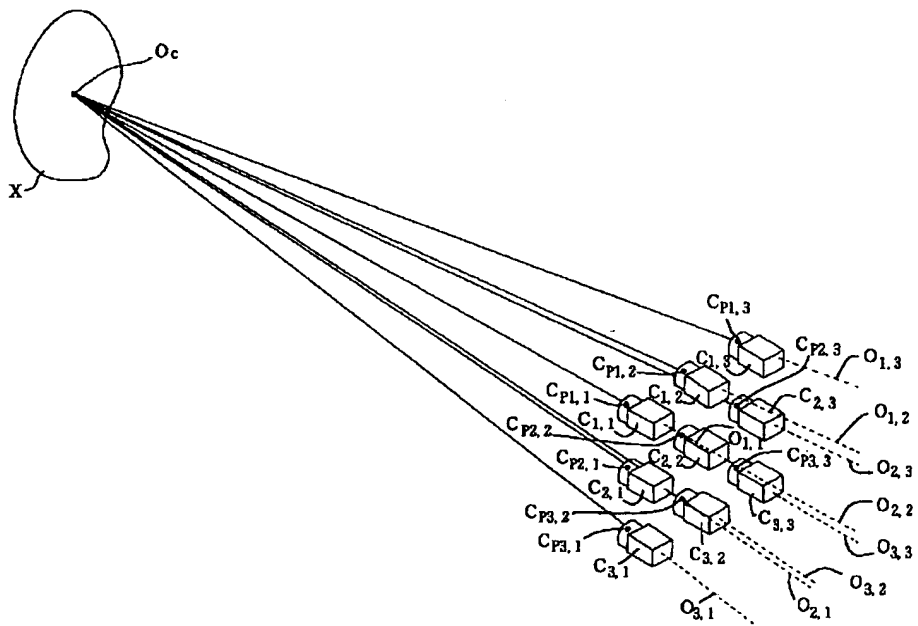
【図 22】



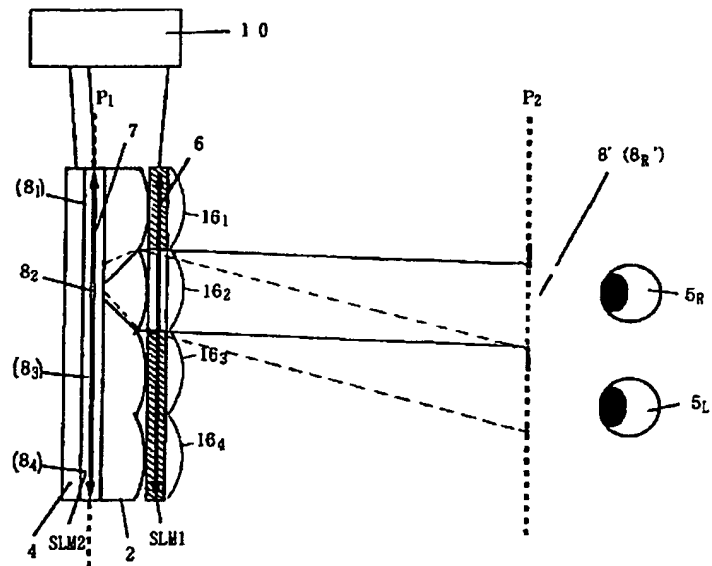
【図 24】



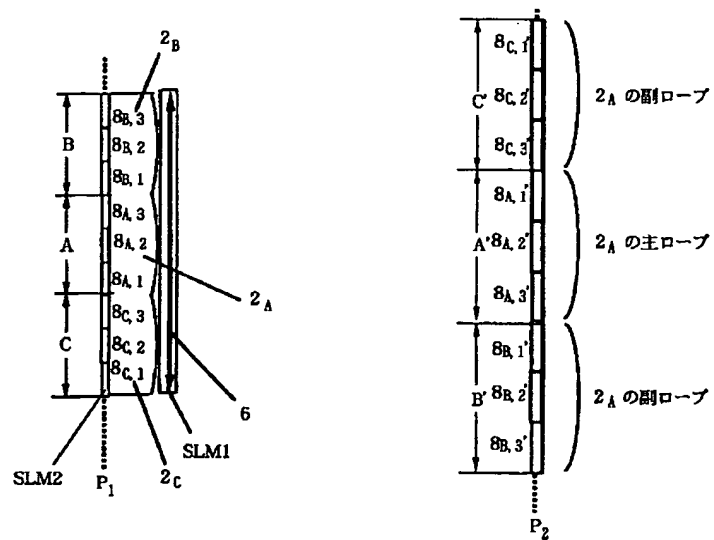
【図 33】



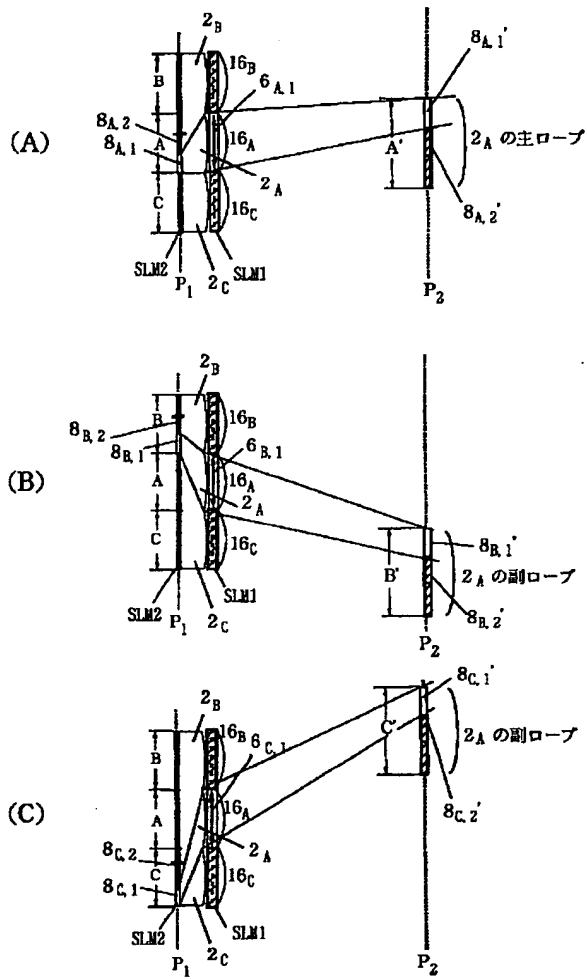
【図34】



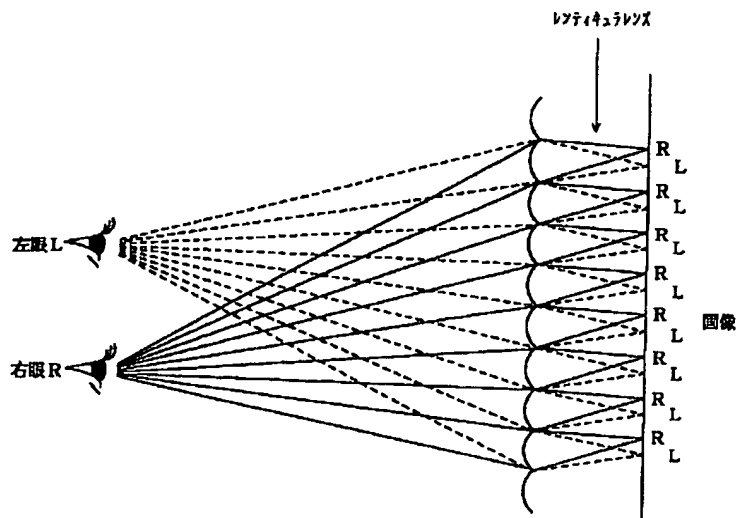
【図35】



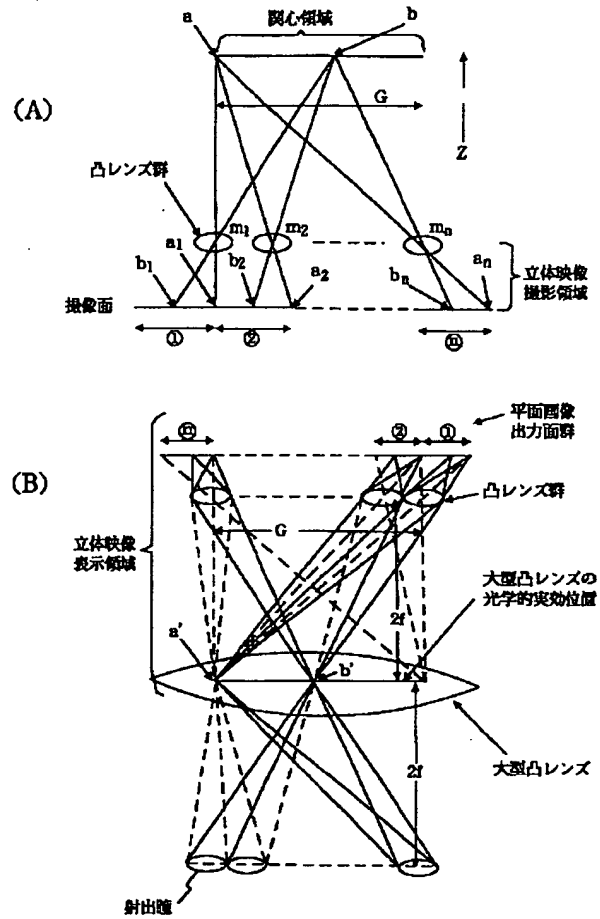
【図36】



【図37】



【図38】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 13/04			H 0 4 N 13/04	